

Univerzita Karlova v Praze
Prírodovedecká fakulta
Študijný program Biológia
Študijný odbor Zoológia
Zameranie Ekológia a etológia živočíchov



Bc. Michal Gálik

Test stálosti objektu u primátov

Test of object permanence in primates

Diplomová práca

Školiteľ: PhDr. RNDr. Tereza Nekovářová, Ph.D.

Praha, 2014

Prehlásenie:

Prehlasujem, že som záverečnú prácu spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje a literatúru. Táto práca ani jej podstatná časť nebola predložená k získaniu iného alebo rovnakého akademického titulu.

V Prahe 02. 05. 2014

.....
Bc. Michal Gálik

Pod'akovanie:

Rád by som poďakoval svojej školiteľke PhDr. RNDr. Tereze Nekovářovej, Ph.D. za odborný dohľad nad touto prácou, podnetné poznámky a tiež ochotu a trpezlivosť behom experimentov a počas písania tejto práce. Ďalej by som chcel poďakovať RNDr. Jánovi Nedvídkovi za starostlivosť o testované makaky a pomoc počas vykonávania experimentov. Moja vďaka patrí aj spolužiačke Bc. Kateřine Englerovej za výpomoc s tréningom a testovaním opíc počas mojej neprítomnosti. Za pomoc so štatistickým spracovaním výsledkov vďačím MUDr. Danielovi Klementovi, PhD. z Fyziologického ústavu AVČR. Za rady ako úspešne trénovať a pracovať s makakmi by som rád poďakoval skúsenému cvičiteľovi zvierat zo ZOO Praha RNDr. Františkovi Šustovi, Ph.D.

ABSTRAKT

Schopnosť stálosti objektu predstavuje kognitívnu schopnosť vnímať kontinuálnu existenciu objektov aj v prípade, že nemôžu byť priamo pozorované, resp. vnímané inými zmyslami (Piaget 1954). U ľudí sa táto schopnosť vyvíja v šiestich kvalitatívne odlišných štádiách. Porovnávacím prístupom sa zistilo, že posledné 6. štádium tejto schopnosti sa vyskytuje aj u ľudoopov, gibbonov a niektorých novosvetských opíc (malpa, kosmáč, tamarín). V tejto štúdií sme vykonali pokus so sériou úloh s neviditeľnými premiestneniami objektu, v ktorom sme zisťovali, či dvaja jedinci druhu makak rhesus (*Macaca mulatta*) disponujú plne rozvinutou schopnosťou stálosti objektu a neriešia úlohy na základe jednoduchších alternatívnych kognitívnych stratégií. U jedného testovaného jedinca sme potvrdili, že pri riešení úloh využíval 6. štádium schopnosti stálosti objektu. Druhý jedinec dosiahol v niektorých sedeniach s neviditeľným premiestnením signifikantne úspešných výsledkov, ale celkový výsledok je nejednoznačný, pretože pri riešení úloh mal tendenciu používať jednoduché alternatívne stratégie a jeho výkon bol značne kolísavý. Z našej štúdie vyplýva, že makaky majú za určitých okolností kognitívnu kapacitu pre plne rozvinutú schopnosť stálosti objektu.

Kľúčové slová: Schopnosť stálosti objektu, makak rhesus, neviditeľné premiestnenie, kognitívne funkcie

ABSTRACT

Object permanence is a cognitive ability to perceive the continuous existence of objects, even if they cannot be directly observed, respectively perceived by other senses (Piaget 1954). In humans object permanence develops in 6 qualitatively different stages. By using a comparative approach, it was found that the last stage 6 of this ability also occurs in great apes, gibbons and some New World monkeys (capuchin, marmoset and tamarin). In this study, we conducted a study with a series of invisible displacements of an object, in which we investigated whether two rhesus macaques (*Macaca mulatta*) have fully developed the ability of object permanence and don't rely on simple alternative cognitive strategies, while solving the different tasks. With one test subject, we confirmed that he solved the tasks with stage 6 object permanence abilities. Although the second individual reached significant performance in some sessions, the overall results are ambiguous, because during the testing he had a tendency to use simple alternative strategies. Our study concludes that under certain circumstances macaques have the cognitive capacity for a fully developed ability of object permanence.

Key words: Object permanence, rhesus macaque, invisible displacement, cognitive functions

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	TEORETICKÝ PREHĽAD	9
2.1	Kognitívny vývoj dieťaťa	9
2.2	Schopnosť stálosti objektu u ľudí	10
2.2.1	Neuronálny základ stálosti objektu u ľudí	14
2.3	Stálosť objektu u zvierat	16
2.3.1	Metodické problémy výskumu schopnosti stálosti objektu u zvierat	18
2.4	Štúdie schopnosti stálosti objektu u zvierat	20
2.4.1	Vtáky	20
2.4.2	Cicavce	26
2.4.3	Primáty	30
2.4.4	Zhrnutie štúdií u zvierat	44
3	CIELE PRAKTICKEJ ČASTI	46
4	METODIKA	47
4.1	Subjekty	47
4.2	Aparatúra	47
4.3	Behaviorálna procedúra	48
5	VÝSLEDKY	57
5.1	Attila	60
5.2	Puck	67
6	DISKUSIA	74
7	ZÁVER	84
8	POUŽITÁ LITERATÚRA	85
9	PRÍLOHY	94

1 ÚVOD

Mnohým z nás sa už v živote stala nepríjemná situácia, v ktorej sme si nechali kľúče položené na stole a zabuchli sme dvere. Nevideli sme ich, nijako sme ich nevnímali zmyslami a aj tak sme vedeli, že existujú a kde presne ostali položené. Dokážeme si vytvárať mentálnu reprezentáciu sveta a objektov okolo nás, ktoré kontinuálne existujú aj bez toho, aby sme ich vnímali zmyslami. Táto kľúčová kognitívna schopnosť nám umožňuje efektívne fungovať a orientovať sa vo svete a prostredí, v ktorom žijeme. Ľudia sa s touto schopnosťou nerodia, ale získavajú ju behom svojho skorého kognitívneho vývoja. Preto sa deti vo veku okolo 6 mesiacov tvária prekvapene keď s nimi hráme ‘hru na schovávačku’ – rukami si zakrývame a odkrývame tvár. Deti si totiž myslia, že opakovane mizneme a objavujeme sa. Ich svet ešte netvorí trvalé objekty, ale pohyblivé a prechavé obrazy, ktoré sa náhle vynárajú a zase strácajú (Piaget & Inhelderová 1997).

Významný filozof a vývojový psychológ Jean Piaget túto schopnosť nazval schopnosťou stálosti objektu (anglicky: ‘object permanence’) a definoval ju ako schopnosť vnímať kontinuálnu existenciu objektov aj v prípade, že nemôžu byť priamo pozorované, resp. vnímané inými zmyslami (Piaget 1954). Na základe pokusov, v ktorých svojím deťom ukrýval obľúbené predmety a sledoval ich reakcie usúdil, že schopnosť stálosti objektu sa vyvíja počas prvých dvoch rokov života v senzomotorickom období vývoja a prebieha v 6. štádiách. V prelomovom 4. štádiu dokáže dieťa získať predmet opakovane ukrytý do jednej lokality, v 5. štádiu predmet ukrývaný do rôznych lokalít a v poslednom 6. štádiu je dieťa schopné vytvoriť si mentálny obraz objektu a sledovať jeho manipuláciu vďaka nepriamym ukazovateľom, aj keď je objekt neviditeľne premiestňovaný do rôznych lokalít. Ak chceme lepšie porozumieť vzniku, evolučnej histórii a adaptívnemu významu schopnosti stálosti objektu, musíme nahliadnuť do živočíšnej ríše. Po štúdiách na ľudoch sa preto začali objavovať štúdie, ktoré sa u rôznych skupín zvierat snažia dokázať nakoľko disponujú schopnosťou stálosti objektu. Väčšina štúdií využíva pri testovaní úlohy, ktoré sú analogické úlohám používaných Piagetom u detí. Hoci má tento prístup isté nedostatky a limity, slúži ako dobrý nástroj pri porovnávacích štúdiách zvierat a poskytuje základné informácie o vývoji schopnosti stálosti objektu (Pepperberg 2002). Test stálosti objektu je zároveň špecifický tým, že ide o kvalitatívny kognitívny test (testuje sa dosiahnuté štádium), na rozdiel od ostatných kognitívnych testov inteligencie, ktoré majú kvantitatívnu povahu.

Pri štúdiách na zvieratách je potrebné venovať pozornosť ekologickej relevantnosti úlohy (Doré & Dumas 1987); jednoduchým alternatívnym stratégiám, ktoré môžu testované subjekty pri úspešnom riešení úlohy využívať bez nutnosti zapájať schopnosť stálosti objektu (Natale et al. 1986; Doré & Dumas 1987; Fedor et al. 2008) a faktu, že úspech zvierat'a v jednotlivých úlohách môže byť daný tréningom, učením a pamäťou zvierat'a (Pepperberg & Kozak 1986; Fedor et al. 2008). Ukazuje sa, že niektoré krkavcovité vtáky (Zucca et al. 2007; Bugnyar et al. 2007; Hoffmann et al. 2011; Ujfalussy et al. 2013) a papagáje (Pepperberg & Kozak 1986; Pepperberg & Funk 1990; Funk 1996; Pepperberg et al. 1997) môžu dosahovať plne vyvinutého 6. štádia schopnosti stálosti objektu. Najpresvedčivejšie dôkazy plne rozvinutej schopnosti stálosti objektu nachádzame v štúdiách na ľudoopoch (Natale et al. 1986; Call & Tomasello 1996; De Blois et al. 1998; Call 2001; Barth & Call 2006; Collier-Baker & Suddendorf 2006; Collier-Baker et al. 2006; Mallavarapu 2009). Okrem ľudoopov bolo u primátov zistené 6. štádium schopnosti stálosti objektu aj u gibona (Fedor et al. 2008), malpy (Schino et al. 1990), tamarína (Neiworth et al. 2003) a kosmáča (Mendes & Huber 2004).

U makakov je situácia ohľadom schopnosti stálosti objektu nejednoznačná. V niektorých štúdiách makaky pri riešení úloh inklinovali k používaniu alternatívnych stratégií namiesto používania mentálnych reprezentácií, a preto tieto štúdie nemôžu slúžiť ako dôkaz schopnosti stálosti objektu (Natale et al. 1986; Schino et al. 1990; De Blois & Novak 1994). V iných štúdiách, v ktorých makak sledoval miznúci objekt na monitore (Filion et al. 1996; Churchland et al. 2003; Hall-Haro et al. 2009) sa zistilo, že makaky dokážu v týchto situáciách vnímať neviditeľnú trajektóriu objektu, a tým demonštrujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu. Výskum na makakoch by mohol do budúcnosti vniesť svetlo na úroveň kognitívnych schopností u celej skupiny starosvetských, resp. úzkonosých opíc (*Cercopithecidae*) (Perelman et al. 2011).

Teoretická časť tejto práce poskytuje celistvý súbor štúdií, ktoré boli vykonané na dôkaz schopnosti stálosti objektu u rôznych skupín zvierat spolu s metodikami, ktoré autori pri ich experimentoch využívali. Práca sa zameriava na štúdie vykonané na primátoch, špecificky na makakoch. Priestor je venovaný tiež kritike a výhodám, resp. nevýhodám jednotlivých metodík. V praktickej časti tejto práce bola vykonaná séria pokusov, ktorej hlavným cieľom bolo stanoviť, či sú dvaja jedinci druhu makak rhesus schopní využívať mentálne reprezentácie objektov bez použitia alternatívnych stratégií pri riešení modifikovaných úloh Piagetovej škály stálosti objektu.

2 TEORETICKÝ PREHLAD

2.1 Kognitívny vývoj dieťaťa

Každý ľudský jedinec prechádza od svojho narodenia veľmi zložitým vývojom, či už fyzickým alebo psychickým. Jeho telo sa postupom času premieňa - stáva sa z neho plne vyvinutý dospelý jedinec schopný rozmnožovať sa a odovzdať tak svoje gény do ďalšej generácie.

S telesným rastom je ale neoddeliteľne spojený duševný rast. Tento vývoj je spojený hlavne s dozrievaním endokrinné a nervovej sústavy, predovšetkým s dozrievaním neurónových sietí a štruktúr v mozgu dieťaťa (Piaget & Inhelderová 1997). Týmto vývojom sa zaoberá jedna z disciplín vývojovej psychológie a tou je psychológia dieťaťa. Predmetom jej výskumu je celkový duševný rast dieťaťa, ktorý prebieha až do doby, kým dosiahne stav pomernej rovnováhy charakterizujúci dospelosť.

Štúdiom psychológie dieťaťa sa preslávil švajčiarsky filozof a vývojový psychológ Jean Piaget s jeho teóriou kognitívneho vývoja dieťaťa, v ktorej usporiadal kognitívny vývoj do jednotlivých kvalitatívne odlišných štádií. Od narodenia až približne do dvoch rokov života sa dieťa nachádza v *senzorimotorickom období*, v ktorom poznáva svet okolo seba pomocou zmyslovej a pohybovej činnosti. Poznávanie a vývoj je sprostredkovaný manipuláciou s predmetmi a interakciou s okolím. V tejto etape dieťa získava vedomosť stálosti objektu, ktorej je venovaná táto práca. Od dvoch do šiestich rokov prebieha tzv. *predoperačné štádium*. V tomto období dieťa získava schopnosť reči, no jeho vnímanie sveta je označované ako egocentrické – okolité prostredie vníma len vo vzťahu k nemu samému. Nedokáže ešte vnímať vzťahy z inej perspektívy a jeho myslenie je viazané na konkrétnu realitu. V období od šiestich do dvanástich rokov dieťa stráca egocentrické pojmávanie sveta, dokáže vnímať realitu z pohľadu iného človeka a je schopné logického uvažovania, ktoré je ale stále silne viazané na konkrétnu realitu. Toto obdobie sa nazýva *obdobím konkrétnych operácií*. Poslednou etapou v kognitívnom vývoji dieťaťa je podľa Piageta *obdobie formálnych operácií*, ktoré dieťa dosiahne zhruba vo veku dvanástich rokov. V tomto období už nie je myslenie limitované na konkrétnu realitu, ale dieťa dokáže logicky premýšľať o abstraktných pojmoch a vzťahoch. Piaget tvrdí, že obdobie formálnych

operácií je finálnou úrovňou kognitívneho vývoja, v ktorom má dieťa rozvinuté plnohodnotné logické myslenie. Ďalší intelektuálny rozvoj u dospelých ľudí závisí na hromadení poznatkov a vedomostí. (Piaget 1954; Piaget 1952; Piaget & Inhelderová 1997)

2.2 Schopnosť stálosti objektu u ľudí

Stálosť objektu definoval Jean Piaget ako schopnosť vnímať kontinuálne existenciu objektov aj v prípade, že nemôžu byť priamo pozorované resp. vnímané inými zmyslami (Piaget 1966; Piaget 1954). Podľa neho sa ľudské dieťa rodí bez tejto schopnosti a nadobúda ju počas prvých dvoch rokov života v senzorimotorickom období (Piaget 1952). Dieťa v dvoch rokoch života vníma svet, ktorý je zložený z trvalých objektov. Pôvodný svet dieťaťa je však svetom bez predmetov. Tvoria ho pohyblivé a prechavé obrazy, ktoré sa náhle vynárajú a zase sa strácajú. Napríklad ak 5 až 7-mesačné dieťa naťahuje ruku po predmete a my mu tento predmet zakryjeme prikrývkou, dieťa nechá ruku klesnúť a začne plakať alebo sklamané kričať (Piaget & Inhelderová 1997). Reaguje teda tak, ako keby sa predmet nenávratne stratil. Ak dieťa pri narodení ešte nevníma okolie ako svet pozostávajúci z permanentného priestoru a objektov, tak je potrebné, aby sa uňho táto schopnosť pri kognitívnom vývoji objavila. Podľa Piageta sa schopnosť vnímať stálosť objektu rozvíja u detí postupne v šiestich štádiách. Jeho teórie sú podložené pokusmi s deťmi v rozdielnom veku senzorimotorického vývoja.

Štádia vývoja schopnosti vnímať stálosť objektu u detí (Piaget 1954; Piaget 1966):

1. *Reflexná úroveň* (narodenie až 1 mesiac) – Dieťa si ešte nie je plne vedomé existencie okolitých predmetov, takže nedokáže ani poznať, či objekt zmizol.
2. *Úroveň primárnych kruhových reakcií* (1 - 4 mesiace) – Dieťa si začne všímať objekty a vizuálne, prípadne pohybmi rúk, nasledovať ich pohyb.
3. *Úroveň sekundárnych kruhových reakcií* (4 - 9 mesiacov) – V tomto období dieťa už dokáže úmyselne získať predmet, ktorý je čiastočne zakrytý. Ak je predmet zakrytý kompletne, dieťa sa oň prestane zaujímať.
4. *Úroveň koordinácie sekundárnych kruhových reakcií* (9 – 12 mesiacov) – V tomto štádiu sa vynára základné chápanie stálosti objektu – dieťa je schopné nájsť predmet,

ktorý bol úplne zakrytý. Ak ho však experimentátor pri ďalšom sedení ukryje na inú lokalitu, dieťa má tendencie hľadať v mieste, kde bol predmet ukrytý v predošlom úspešnom sedení – tzv. „A-not-B error“. Čím je retenčný interval medzi schovaním predmetu a umožnením jeho hľadanie dlhší, tým je „A-not-B error“ častejší, pričom stúpajúcim vekom sa úspešnosť zvyšuje. Jedným z vysvetlení je, že namiesto toho, aby sa deti spoliehali na krátkodobú pamäť, radšej vyberajú lokalitu, ktorú majú asociovanú s odmenou (Diamond 1990).

5. *Úroveň terciárnych kruhových reakcií* (12 – 18 mesiacov) – Dieťa je schopné nájsť kompletne skrytý objekt, ktorý bol postupne viditeľne ukrytý do niekoľkých lokalít (dieťa sa zbavuje „A-not-B error“)
6. *Úroveň plne rozvinutej schopnosti vnímať stálosť objektu* (18 - 24 mesiacov) – V dvoch rokoch veku dieťa rozumie konceptu kontinuálnej existencie objektov, aj bez toho, aby ich muselo vnímať zmyslami. V poslednej fáze je dieťa schopné vytvoriť si mentálny obraz objektu a sledovať jeho trajektóriu vďaka nepriamym ukazovateľom, aj keď je objekt neviditeľne premiestňovaný do rôznych lokalít.

Piaget pri svojich pokusoch s deťmi väčšinou používal obľúbený detský predmet, ktorý zakryl zástenou alebo odstránil z dohľadu. Deti po 9.mesiaci veku, u ktorých sa začala vyvíjať schopnosť stálosti objektu, sa snažia objekt získať tým, že po ňom natáhujú ruku alebo sa snažia zástenu odstrániť. Deti, u ktorých sa táto schopnosť ešte nezačala vyvíjať nereagujú na odstránenie predmetu z dohľadu, prípadne sa tvária zmätene (Piaget 1954). Piagetová schéma vývoja schopnosti stálosti objektu u detí sa ale nevyhla kritike. Niektoré štúdie (Bower 1967; Baillargeon et al. 1985; Baillargeon 1986; Baillargeon 1987; Baillargeon & Graber 1987; Baillargeon et al. 1990; Baillargeon & DeVos 1991) poukázali na to, že schopnosť vnímať stálosť objektu sa u detí objavuje skôr ako v 9. mesiaci života. Neúspech v získavaní zakrytej odmeny v Piagetovej štúdií podľa nich nie je spôsobený tým, že by dieťa nedokázalo vnímať prítomnosť zakrytého objektu, ale nedostatočne rozvinutými koordinovanými akciami.

Baillargeon et al. vytvorili dizajn experimentu, v ktorom tvrdia, že stálosť objektu sa u detí vyskytuje už v období okolo 5. mesiaca života (Baillargeon & DeVos 1991; Baillargeon et al. 1990; Baillargeon & Graber 1987; Baillargeon 1987; Baillargeon et al. 1985; Baillargeon 2008; Aguiar & Baillargeon 2002). Namiesto dôrazu na vlastnú manuálnu aktivitu dieťaťa sa

zamerali na schopnosť dieťaťa chápať, že jedno tuhé teleso nedokáže prejsť priestorom, kde sa nachádza iné tuhé teleso – tzv. princíp tuhosti.

V prvej štúdii (Baillargeon et al. 1985) aparátúra pozostávala z drevenej dosky, ktorá bola prichytená pántami k podstavcu a mohla sa teda pohybovať po 180 stupňovom oblúku, podobne ako padací most. Počas testovania bola za drevenú dosku umiestnená krabica a deťom boli prezentované dve rôzne udalosti – reálna a nereálna. Počas reálnej situácie bola drevená doska naklápaná dozadu, až kým nenarazila na krabicu a zastavila sa. Pri nereálnej situácii bola doska naklápaná dozadu a bez zastavenia prešla priestorom, kde bola predtým umiestnená krabica. Túto ilúziu vytvorili pomocou jednosmerného zrkadla a správneho osvetlenia. Výsledky ukázali, že deti strávili omnoho viac času pozeraním na nereálnu situáciu ako na reálnu. Rovnaké výsledky boli získané aj v štúdii, v ktorej 4-mesačným subjektom ukazovali totožné udalosti na monitore, teda v dvojrozmernom priestore (Durand & Lécuyer 2002). Znamená to, že deti vnímali kontinuálnu existenciu krabice, ktorú zakryla drevená doska a pri jej naklápaní očakávali, že doska o krabicu zastaví a keď nezastavila, boli zmätené a prekvapené. Táto štúdia potvrdila, že už 5-mesačné deti vnímajú stálosť objektu. Autori vysvetlili neúspech detí pri vyhľadávaní zakrytej odmeny v tretej fáze Piagetovho kognitívneho vývoja schopnosti stálosti objektu tým, že dieťa v tomto veku ešte nemá dobre vyvinutú koordináciu nadväzujúcich akcií aj napriek tomu, že už disponuje schopnosťou vnímať stálosť objektu.

V analogickej štúdií s rovnakým dizajnom Baillargeon et al. získali rovnaké výsledky u 3,5 a 4,5-mesačných detí (Baillargeon 1987). U obidvoch vekových kategórií testovaní jedinci venovali väčšiu pozornosť nereálnej situácii, čím dokázali, že vnímali existenciu krabice skrytej za drevenou doskou. Tieto výsledky znamenajú, že schopnosť vnímať stálosť objektu sa objavuje u detí skôr než sú deti schopné koordinovaných akcií a vyhľadávacej činnosti.

Podobné výsledky získali v štúdii s 6 a 8-mesačnými deťmi s použitím odlišnej aparátúry. V tomto experimente bola subjektom ukázaná dráha autíčka, pričom v nereálnej situácii bola v dráhe autíčka uložená prekážka a následne zakrytá zástenou, aby na ňu deti počas pohybu auta nevideli. V reálnej situácii bola táto prekážka uložená vedľa dráhy auta. Pri reálnej aj nereálnej situácii auto zašlo spoza zásteny a na druhej strane vyšlo von, bez ohľadu na to, či malo alebo nemalo v dráhe prekážku. Deti pozorovali nereálnu situáciu dlhšiu dobu, pretože predpokladali,

že autíčko za zástenou narazí do překážky. Tým dokázali, že vnímali stálost existencie překážky aj napriek tomu, že bola ukrytá za zástenou (Baillargeon 1986).

Ani série experimentov od Baillargeona et al. sa nevyhla kritike. Niektorí autori tvrdili, že deti pozorovali nereálne situácie kvôli tomu, že v prípade úloh s preklápacou doskou a krabicou preferovali udalosť s dlhším pohybom – pri nereálnych situáciách doska rotovala o 180 stupňov, pričom pri reálnych iba o 112 stupňov, kým sa zastavala o krabicu (Rivera et al. 1999). Pri kontrolných sedeniach kde bola krabica umiestnená vedľa rotujúcej dosky (rotovala 120 aj 180 stupňov ako pri testovacom sedení) nebol zistený žiadny významný rozdiel v čase pozorovania týchto dvoch udalostí. Iní autori zas tvrdili, že pozorovací čas udalosti môže byť ovplyvnený procesmi novoty a familiarity vo vzťahu medzi tým, čo testované subjekty videli pri testovaní a tým, čo videli v habituáčnej fáze (Bogartz et al. 1997; Bogartz & Shinskey 1998; Bogartz et al. 2000). Táto námietka sa stala nepodstatnou keď autori v ďalšej štúdií s použitím reálnej a nereálnej situácie dospeli k rovnakým výsledkom bez použitia habituálnych a familiarizačných sedení (Wang et al. 2004).

V inej sérii pokusov bolo zistené, že 6,5-mesačné deti dokážu získať predmet, ktorý zmizol v tme, ale nie predmet, ktorý bol zakrytý zástenou (Munakata et al. 1997; Shinskey & Munakata 2003). Jedno z vysvetlení prečo deti dokážu nájsť predmet v tme spočíva v tom, že táto činnosť nevyžaduje zložitejšiu sekvenciu akcií, ktoré sú nutné na odstránenie zásteny a získanie predmetu (Shinskey & Munakata 2003). Vo veku zhruba od 5 do 7 mesiacov života dieťaťa môže byť reprezentácia predmetu tak krehká, že vydrží zhasnutie svetla, ale nevydrží priamo interferenciu so zástenou za svetla. Schopnosť nájsť predmet v tme pre dieťa v tomto veku by mohla byť prirodzenejšie výhodnejšia, a preto sa v kognitívnom vývoji objavuje skôr (Shinskey & Munakata 2003). Tieto výskumy tiež ukazujú, že dieťa chápe existenciu predmetu naďalej aj po zhasnutí svetla a do určite miery si vytvára mentálnu reprezentáciu objektu.

Ďalším dôkazom, že schopnosť stálosti objektu sa u detí objavuje už v prvom polroku života je práca Ruffman et al. 2005. V ich experimente použili aparáturu pozostávajúcu z dosky, v ktorej boli dva malé otvory s dvierkami. Pri tréningovej fáze pokusu naučili 3 až 5 mesiacov staré deti, že po zaznení zvukového signálu budú dvierka otvorené a experimentátor rukou vytiahne hračky z jedného z dvoch otvorov. V testovacej fáze experimentátor ukryl hračku viditeľne do jedného z dvoch otvorov, otvory zakryl dvierkami a následne sledoval po zaznení

zvukového signálu pohyb očí dieťaťa, na ktoré dvierka sa pozrie s očakávaním, že z nich experimentátor vytiahne odmenu. Ukázalo sa, že deti sa správne pozreli na dvierka s hračkou ak bol retenčný interval 2 sekundy, ale po viac ako 8 sekundách už nie. Tento rozdiel mohol byť spôsobený stratou pozornosti alebo tým, že reprezentácia objektu bola uchovávaná v pamäti len veľmi krátku dobu (Ruffman et al. 2005).

Situácia sa za posledných niekoľko desaťročí od Piagetovho názoru, že schopnosť stálosti objektu sa u detí objavuje v 9. mesiaci života posunula k názoru, že táto schopnosť môže byť u dieťaťa prítomná už pred týmto vekom. Dokonca aj sám Piaget so svojej predošlej štúdií (Piaget 1952) tvrdí, že u detí sa zhruba vo veku 9. mesiacov vyvíja schopnosť vytvárať sekvencie oddelených akcií, ktoré vedú ku konkrétnemu cieľu. V jeho štúdií stálosti objektu je nutné, aby dieťa uskutočnilo dve takéto oddelené akcie (odstrániť zástenu, získať objekt), a preto je možné, že mladšie deti nie sú schopné takejto sekvencie akcií, resp. ešte nemajú vyvinuté sensorimotorické zručnosti na to, aby dokázali asimilovať prichádzajúce vizuálne informácie s koordinovaným pohybom k nájdeniu predmetu (Baillargeon et al. 1985).

Piaget zároveň považoval chápanie permanentnosti objektov, porozumenie okluzívnych akcií a formovanie mentálnych reprezentácií za synonymá. Ukazuje sa, že tieto koncepty nie sú jednotné v kognitívnom vývoji dieťaťa. Deti dokážu získať predmety v tme skôr než zakryté predmety (Shinskey & Munakata 2003) a podľa sledovania pohybu očí bolo zistené, že deti očakávajú objavenie okluzívneho predmetu v nižšom veku, než v akom dokážu vlastnými rukami získať zakrytý predmet (Charles & Rivera 2009; Baillargeon & Graber 1987).

2.2.1 Neuronálny základ stálosti objektu u ľudí

S rozširujúcimi vedomosťami o vývoji schopnosti stálosti objektu u detí sa vynárajú ďalšie otázky o tom, ktoré štruktúry v mozgu sú zodpovedné za túto schopnosť. Použitím správnych metód by bolo možné zistiť, ktoré oblasti mozgu súvisia s rozvíjajúcou sa schopnosťou stálosti objektu u detí. V tomto smere sa ale stretávame so značnými metodologickými a etickými obmedzeniami, kvôli ktorým nie je možné použiť tradičné zobrazovacie metódy ako je funkčná magnetická rezonancia a pozitronová emisná tomografia. Pri štúdiách na deťoch je možné použiť

iba veľmi opatrne zvolené neinvazívne metódy sledovania aktivity mozgu (Baird et al. 2002). Jedno z nich je EEG – Elektroencefalografia, pri ktorej je možné pomocou elektród pripravených na povrchu hlavy dieťaťa sledovať priebeh a zmeny elektrickej aktivity v jednotlivých častiach mozgu. Autori Bell a Fox (1992) zistili pomocou metódy EEG zvýšenú aktivitu neurónov vo frontálnych lalokoch u detí počas úlohy, ktorá vyžadovala základnú úroveň schopnosti stálosti objektu. Deti od 7 do 12 mesiacov veku boli testované na úlohe „A-not-B“, pri ktorej bola odmena (hračka) ukrytá do jednej z dvoch dier, prikrytá zástenou a dieťa muselo odmenu získať. Deti, ktoré boli úspešné v tejto úlohe aj pri zvyšujúcich sa retenčných intervaloch medzi ukrytím odmeny a možnosťou odpovede, vykazovali počas druhého polroku života zvyšujúcu sa elektrickú aktivitu vo frontálnych lalokoch mozgu (Bell & Fox 1992).

Ďalšou modernou technológiou je NIRS (Near-Infrared Spectroscopy) - Blízka Infračervená Spektroskopia. Táto metóda využíva rôznu mieru transmisie a absorpcie žiarenia v oblasti blízkej infračervenej časti elektromagnetického spektra a umožňuje tak zistiť presné a absolútne rozdiely v lokálnych koncentráciách intravaskulárneho oxyhemoglobínu, deoxyhemoglobínu a celkového hemoglobínu, a tým sledovať lokálne zmeny aktivity v mozgu. Baird et al. (2002) sledovali touto metódou aktivitu mozgu u 12 detí počas 7 mesiacov veku od 5 mesiacov do 12 mesiacov. Pri každom sedení museli deti riešiť jednoduchú úlohu vyžadujúcu schopnosť stálosti objektu – po 3-sekundovom intervale mali získať hračku, ktorá im bola predtým ukrytá pod zástenou. Výsledky z NIRS ukázali zvýšenú koncentráciu hemoglobínu vo frontálnych lalokoch subjektov počas úlohy vyžadujúcej schopnosť stálosti objektu (Baird et al. 2002).

Aby sme presne zistili oblasti mozgu, ktoré sú zodpovedné za schopnosť stálosti objektu je potrebných viac štúdií, ktoré by dokázali detailnejšie zmapovať aktivované populácie neurónov. Z doterajších štúdií ale vieme usúdiť, že úspešné zvládnutie úlohy na stálosť objektu vyžaduje, aspoň z časti, aktivitu frontálnych lalokov mozgu (Bell & Fox 1992; Baird et al. 2002).

2.3 Stálosť objektu u zvierat

S pribúdajúcimi štúdiami vzniku schopnosti stálosti objektu v rannom kognitívnom vývoji dieťaťa sa začala vynárať otázka ako táto schopnosť vznikla vo fylogénéze živočíchov. Na to, aby sme boli porozumieť evolučnému pôvodu tejto schopnosti a jej adaptívnemu významu je potrebný veľký súbor štúdií v širokej škále živočíšnych skupín. Niekoľko desaťročí po definovaní schopnosti stálosti objektu Piagetom sa začínajú objavovať štúdie v rámci porovnávacej psychológie, ktoré sa pokúšajú porovnávacím prístupom zistiť prítomnosť tejto schopnosti u zvierat, prípadne určiť úroveň do akej sa táto schopnosť rozvinula.

Piagetová teória bola v posledných rokoch uplatnená na široký výskum kognitívnych schopností a vývoja predovšetkým u našich najbližších príbuzných ľudoopoch, ale aj opíc, poloopíc, vtákov a niekoľkých druhov cicavcov. Autori často využívajú metódy, ktoré vychádzajú z Piagetovej sústavy o vývoji schopnosti stálosti objektu o detí (Piaget 1954), ale boli štandardizované tak, aby sa dali využiť na výskum u zvierat. Podrobný štandardizovaný postup popísali Užgiris a Hunt (1975), v ktorom uviedli sekvenciu 15 úloh¹ s podrobným popisom, ktoré odzrkadľujú postupný vývoj schopnosti stálosti objektu. Tento prístup bol v analogickej podobe použitý vo veľkom súbore zvieracích štúdií (Gagnon & Doré 1994; Doré & Dumas 1987; Schino et al. 1990; Natale et al. 1986; Wise et al. 1974; De Blois & Novak 1994; Wood et al. 1980; Dumas & Doré 1989; Ujfalussy et al. 2013; Pepperberg et al. 1997; Zucca et al. 2007; Hoffmann et al. 2011).

Prvé fázy testovania odpovedajú 1. až 3. štádiu Piagetovej sústavy. Ide o úlohy, v ktorých je subjekt schopný zrakom sledovať pohyby predmetu v jeho zornom poli, na základe pozorovania objektu dokáže koordinovať svoj pohyb vedúci k jeho uchopeniu a dokáže získať predmet, ktorý je čiastočne zakrytý. V týchto fázach testovaný jedinec začína kombinovať motorické a senzorické reakcie a spája ich do koordinovaných a zámerných jednoduchých schém, ale ešte nevykazuje schopnosť stálosti objektu (Piaget 1952). Nasledujúce fázy (podľa Wise et al. 1974; Deppe et al. 2009) sú zásadné pre tvorbu mentálnej reprezentácie objektu.

¹ Pre detailný popis úloh podľa Užgiris & Hunt (1975) viď kapitolu o schopnosti stálosti objektu u vtákov.

Viditeľné presunutia:

1. *Jednoduché viditeľné premiestnenie* (odpovedá štádiu 4a podľa Piageta) – Objekt je schovaný viditeľne a opakovane iba pod jednu z troch misiek. Subjekt musí odkryť správnu misku s objektom.
2. *Jednoduché sekvenčné viditeľné premiestnenie* (štádium 4b) – Objekt je ukrytý opäť pod jednu z troch misiek, ale tento raz pod inú misku než bol ukrytý v predošlej úlohe. Subjekt musí odkryť správnu misku s objektom.
3. *Jednoduché striedavé viditeľné premiestnenie* (štádium 5a) – Objekt je zakaždým náhodne ukrytý pod jednu z troch misiek. Striedajú sa všetky tri lokality. Subjekt musí odkryť správnu misku s objektom.
4. *Dvojité sekvenčné viditeľné premiestnenie* (štádium 5b) – Objekt je viditeľne premiestnený postupne do dvoch z troch misiek. Napríklad najprv je schovaný pod prvú misku a potom je viditeľne premiestnený pod druhú alebo tretiu misku. Subjekt musí odkryť správnu misku s objektom.
5. *Trojité sekvenčné viditeľné premiestnenie* (štádium 5b) – Objekt je viditeľne premiestnený postupne pod všetky tri misky. Subjekt musí odkryť správnu misku s objektom.

Neviditeľné premiestnenie:

6. *Jednoduché neviditeľné premiestnenie* (štádium 6a) – Objekt je najprv vložený do nepriehľadného kontajnera. Kontajner spolu s objektom je ukrytý opakovane do jednej z misiek, kde je objekt ponechaný. Subjektu je následne ukázaný prázdny kontajner a položený vedľa misiek. Subjekt musí odkryť misku, kde bol objekt ponechaný.
7. *Jednoduché striedavé premiestnenie* (štádium 6a) – Objekt je, podobne ako v predošlej úlohe, neviditeľne ukrytý v kontajneri do jednej z troch misiek. V tejto úlohe je objekt schovaný náhodne striedavo pod každú z troch misiek. Subjekt musí odkryť misku, kde bol objekt ponechaný.
8. *Dvojité neviditeľné premiestnenie* (štádium 6b) – Kontajner s objektom je postupne ukrytý pod dve z troch misiek a je ponechaný buď v prvej alebo druhej navštívenej miske. Subjektu je následne ukázaný prázdny kontajner. Subjekt by mal odkryť misky v opačnom poradí v akom v nich bol ukrytý kontajner.

Jednotlivé úlohy sa v rôznych štúdiách môžu do určitej miery líšiť, ale základný postup ostáva nezmenený. Iní autori zvolili alternatívne prístupy použitím modernej techniky, ktoré budú podrobnejšie rozpísané neskôr v tejto práci (Filion et al. 1996; Churchland et al. 2003; Hall-Haro et al. 2009).

2.3.1 Metodické problémy výskumu schopnosti stálosti objektu u zvierat

Pri porovnávacích štúdiách kognitívnych schopností ľudí a zvierat sa ale vynára niekoľko problémov, ktoré treba brať do úvahy. Najčastejšou kritikou Piagetovho modelu je, že táto sústava je odvodená od ľudského kognitívneho vývoja a tým pádom je pre štúdium zvierat značne antropomorfická (Pepperberg et al. 1997; Pepperberg 2002). Zvieracie vlastnosti a prvky správania sú výsledkom nie len kognitívneho vývoja, ale aj evolučných tlakov pôsobiacich v rámci ekologickej niky živočích. Zvieratá môžu zlyhať pri ľudských úlohách nie kvôli kognitívnemu deficitu, ale kvôli fyzickým alebo senzorickým odlišnostiam v ich schopnostiach. Štruktúra úlohy a aparátúra by mala preto čo najviac odrážať ekologickú relevantnosť daného druhu (Doré & Dumas 1987).

Tento problém môžeme ilustrovať na štúdiách, ktoré sa snažili zistiť stupeň schopnosti stálosti objektu u mačiek. Podľa Gruber et al. (1971) dosahujú mačky len 4. štádium Piagetovej sústavy schopnosti stálosti objektu. V tomto pokuse bol objekt ukrytý pod textilnú prikrývku, ktorú musela mačka na získanie predmetu odstrániť. Dumas a Doré (1989) zistili, že mačky môžu dosiahnuť až 5. štádium tejto schopnosti. V ich štúdií bola malá guľôčka, predtým asociovaná s odmenou vo forme potravy, ukrytá za jednu z troch dosiek. Na to, aby ju mačka získala stačilo, aby sa pozrela za danú dosku a dotkla sa guľôčky labkou. Táto motorická úloha patrí do mačacieho prirodzeného repertoáru vyhľadávacieho správania, a preto v nej boli mačky úspešnejšie ako v štúdiu Gruber et al. (1971).

Ďalšou významnou námietkou v týchto úlohách je, že úspech zvierat v jednotlivých Piagetových štádiách môže byť daný tréningom, učením a pamäťou zvierat (Doré & Dumas 1987; Pepperberg & Kozak 1986; Fedor et al. 2008), zatiaľ čo neúspech môže naopak odzrkadľovať skôr fyzické než kognitívne nedostatky (Baillargeon & Graber 1987; Baillargeon

1986; Baillargeon et al. 1990; Baillargeon & DeVos 1991). Počet sedení v rámci pokusu je jeden z najdôležitejších faktorov výskumu schopnosti stálosti objektu u zvierat. Podstatou testovania je zistiť kognitívnu schopnosť, ktorá umožňuje spontánne hľadanie v nenaučených kontextoch. Získanie objektu by nemalo byť výsledkom učenia sa na základe pokusu a omylu (Doré & Dumas 1987).

Rozdiel medzi skutočnou schopnosťou stálosti objektu a naučeným hľadaním ilustruje štúdia Etienne (1973). Autor v tejto štúdií umiestnil kuriatka medzi dve vertikálne steny, medzi ktorými bola sklenená trubička s červom. Červ bol potom potiahnutý cez trubičku buď za jednu alebo druhú stenu. Tento proces bol zopakovaný desať krát v každom z troch sedení. Výsledky ukázali, že kuriatka v prvých dvoch sedeniach zobali do oboch stien náhodne a až pri treťom sedení sa naučili zobrať do steny, za ktorou zmizla odmena. Ich skúsenosť s úlohou ich doviedla k adaptívnej odpovedi, ktorá ale nebola riadená kognitívnu schopnosťou aplikovateľnou v rôznych kontextoch.

Pri výskume u zvierat treba dávať veľký pozor, aby testované zvieratá nemohli hádať pozície na základe priamych ukazovateľov akými sú olfaktorické stopy alebo mimika, gesta a pohyb očí experimentátora (Wood et al. 1980; Pepperberg 2002). Pri úlohách, ktoré používajú ako odmenu jedlo, je preto dobré vôňou potravy označiť celú aparatúru pokusu (Ujfalussy et al. 2013; Fedor et al. 2008). Na odstránenie indícií z pohybu očí používajú experimentátori v niektorých štúdiách slnečné okuliare (Pepperberg et al. 1997; Fedor et al. 2008).

Veľkým problémom pri riešení jednotlivých úloh na zistenie schopnosti stálosti objektu je, že zvieratá môžu využiť alternatívne stratégie, ktoré nevyžadujú vytvorenie stálej mentálnej reprezentácie objektu na to, aby boli v úlohe úspešné. V niektorých štúdiách stačí, aby zviera hľadalo pod poslednou zástenou kde bola odmena ukrytá, a tým úspešne zvládne úlohu (Wise et al. 1974; Mathieu et al. 1976; Redshaw 1978). V inej štúdií sa ukázalo, že makaky nepoužívali na vyriešenie úlohy schopnosť stálosti objektu, ale hľadali odmenu v kontajneri, ktorý bol položený vedľa malého kontajnera slúžiaceho na neviditeľné premiestňovanie odmeny (Natale et al. 1986). Z týchto dôvodov je potrebné venovať návrhu experimentu veľkú pozornosť a brať do úvahy všetky stratégie nevyžadujúce mentálnu reprezentáciu objektu, ktorými mohlo zviera úlohu vyriešiť (Doré & Dumas 1987; Fedor et al. 2008).

Jednotlivé metodologické nedostatky sú často veľmi špecifické a viazané na konkrétne druhy úloh, a preto im bude venovaná pozornosť v ďalšej kapitole tejto práce, ktorá sa bude venovať konkrétnym štúdiám u rôznych skupín zvierat. Úlohy založené na Piagetovej sústave vývoja schopnosti stálosti objektu majú isté limitácie a nedostatky, no napriek tomu slúžia ako dobrý nástroj pri porovnávacích štúdiách zvierat a poskytujú základné informácie o vývoji schopnosti stálosti objektu v evolúcii rôznych línií živočíchov (Pepperberg 2002).

2.4 Štúdie schopnosti stálosti objektu u zvierat

2.4.1 Vtáky

Schopnosť vnímať stálosť objektu bola rozsiahlo skúmaná u vtákov. Najviac pozornosti bolo venované skupine krkavcovitým vtákom (*Corvidae*). Kognitívne schopnosti krkavcovitých vtákov sú všeobecne považované za značne pokročilé. Podľa súčasných názorov mohla evolúcia kognitívnych schopností u krkavcovitých prebiehať podobným spôsobom ako u primátov (Emery & Clayton 2004). Mnoho z týchto štúdií sa venuje priestorovej a epizodickej pamäti (Balda & Kamil 1992; Balda & Bednekoff 1996; Bednekoff & Balda 1996; Clayton & Dickinson 1998; Clayton & Krebs 1994) alebo sociálnej kognitívite (Dally et al. 2005; Clayton et al. 2006; Dally et al. 2006; Heinrich & Pepper 1998), ktoré súvisia s kontextom ukrývania a opätovného získavania potravy u krkavcovitých vtákov.

Druhy, ktoré sú schopné ukrývať si jedlo do zásoby si pamätajú kde, kedy a aký druh potravy si ukryli (de Kort & Clayton 2006). Z tohto dôvodu je možné vysloviť hypotézu, že tieto druhy si vytvárajú mentálne reprezentácie jednotlivých kúskov ukrytej potravy a disponujú tak schopnosťou stálosti objektu, ako ju definoval Piaget (1954).

Prvá štúdia na schopnosť stálosti objektu u krkavcovitých bola vykonaná na strakách obecných (*Pica pica*). Pollok et al. (2000) testovali hypotézu, že vývoj schopnosti ukladať jedlo do zásoby by mal byť korelovaný s vývojom schopnosti stálosti objektu. Postupovali presne podľa štandardizovaných úloh od Užgiris & Hunt (1975), ktoré sú podrobne popísané v nasledujúcej tabuľke č. 1.

Tabuľka č.1 – Popis jednotlivých úloh Užgiris & Hunt (1975), zoradených podľa Piagetovej škály rozvoja schopnosti stálosti objektu.

Štádium 2	Úloha 1.	Objekt je pomaly presúvaný v zornom poli 180°. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt ho má sledovať.
	Úloha 2.	Pohybujúci sa objekt mizne za jednou stranou zásteny a objavuje sa na druhej. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt má sledovať miesto kde objekt zmizol alebo miesto kde sa má objaviť.
Štádium 3	Úloha 3.	Objekt je čiasťočne ukrytý za zástenou. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt má získať objekt.
Štádium 4	Úloha 4.	Objekt je kompletne ukrytý za zástenou. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt má získať objekt.
Štádium 5	Úloha 5.	Objekt je opakovane ukrytý za jednu z dvoch zásten. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt má získať objekt spoza správnej zásteny. Ak subjekt úspešne nájde objekt za zástenou A, v nasledujúcom sedení je objekt schovaný za zástenou B. Pokračovanie v hľadaní pod zástenou A by indikovalo „A-not-B error“.
	Úloha 6.	Objekt je striedavo ukrytý pod jednu z dvoch zásten. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt má získať objekt spoza správnej zásteny.
	Úloha 7.	Objekt je striedavo ukrytý pod jednu z troch zásten. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt má získať objekt spoza správnej zásteny.
	Úloha 8.	Objekt je postupne viditeľne schovaný za všetky tri zásteny a ostáva ukrytý v posledne navštívenej. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt má hľadať v posledne navštívenej lokalite.
	Úloha 9.	Objekt je schovaný pod jednu zástenu, to celé pod druhú zástenu a to celé pod tretiu zástenu. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt má postupne odstrániť všetky zásteny a získať objekt.
	Úloha 10.	Objekt je ukrytý do nepriehľadného kontajnera. Kontajner je spolu s objektom ukrytý za zástenou. Objekt je ponechaný za zástenou a subjektu je ukázaný prázdny kontajner. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt hľadá za zástenou kde bol kontajner s objektom ukrytý.
	Úloha 11.	Podobne ako v úlohe 10, ale kontajner s odmenou je opakovane ukrývaný do jednej z dvoch zásten. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt hľadá za zástenou kde bol kontajner s objektom ukrytý.
	Úloha 12.	Podobne ako v úlohe 10, ale kontajner s odmenou je striedavo ukrývaný do jednej z dvoch zásten. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt hľadá za zástenou kde bol kontajner s objektom ukrytý.
	Úloha 13.	Podobne ako v úlohe 10, ale kontajner s odmenou je striedavo ukrývaný do jednej z troch zásten. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt hľadá za zástenou kde bol kontajner s objektom ukrytý.
Štádium 6	Úloha 14.	Objekt je viditeľne ukrytý do dlane experimentátora, ktorá je následne zatvorená. Ruka sa pohybuje za dve zásteny a objekt je umiestnený za poslednou treťou navštívenou zástenou. Následne je subjektu ukázaná prázdna dlaň. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt hľadá objekt postupne za všetkými zástenami v rovnakom poradí ako experimentátorova ruka, kým nenájde objekt za poslednou zástenou alebo hľadá rovno za poslednou zástenou.
	Úloha 15.	Podobne ako v úlohe 14, ale objekt je ukrytý za prvou navštívenou zástenou. Úloha 15 musí nasledovať hneď po úlohe 14. <u>Kritérium úspechu:</u> Subjekt hľadá objekt systematicky od poslednej navštívenej zásteny po prvú, v ktorej je ukrytý – v opačnom poradí ako ich navštívila experimentátorova ruka.

Ako odmenu používali buď potravu ako červy a oriešky, alebo predmety ako prstene, mince alebo malé hračky. Úloha bola považovaná za úspešne splnenú ak vták spravil 3 správne odpovede a žiadne chyby v dvoch sedeniach počas dvoch po sebe nasledujúcich testovacích dní. Výsledky ukázali, že straky úspešne zvládli všetky úlohy okrem poslednej 15. úlohy, čím dokázali, že disponujú 5. štádiom Piagetovej sústavy schopnosti stálosti objektu. Pri úlohách 6. štádia nemôžeme vylúčiť možnosť, že sa riadili jednoduchším pravidlom. Druhé štádium bolo prítomné v dobe keď sa mláďatá začali pohybovať po hniezde a po okolí. Pár dní po operení začali mladé zhromažďovať potravu a v tom čase došlo k zvládnutiu 3. štádia. V dobe keď mláďatá dokázali úspešne schovávať a opätovne získavať potravu už demonštrovali 4. štádium, čo indikuje vytváranie mentálnych reprezentácií kompletne ukrytých objektov. Po tom, ako sa mladé straky kompletne osamostatnili zvládali už aj 5. štádium Piagetovej sústavy schopnosti stálosti objektu. Autori demonštrovali, že vývoj schopnosti stálosti objektu sa, podobne ako u ľudí, vyvíja postupne v štádiách, ktoré korelujú s vývojom schopnosti ukrývať si jedlo do zásoby (Pollok et al. 2000).

U krkavca veľkého (*Corvus corax*) bolo zistené, že vývoj schopnosti ukrývať si potravu do zásoby prechádza tromi etapami (Bugnyar et al. 2007). Mláďa krátko po operení tlačilo potravu naproti, alebo pod väčšie objekty. Schovaná potrava ostala čiastočne odkrytá. Zhruba po 2 týždňoch od operenia začali mláďatá schovávať potravu do malých škárok a dier alebo do hustej trávy a potrava tak ostala kompletne zakrytá. Vo finálnom kroku, približne 6 týždňov po operení, dokázali krkavce zdvíhať okolitý substrát (listy, pôda, vetvičky) a použili ho na zakrytie potravy. V rovnakej štúdii boli krkavce testované na schopnosť stálosti objektu podľa postupu Užgiris a Hunt (1975) a úspešne zvládli všetky úlohy, čím dokázali, že disponujú 6. štádiom schopnosti stálosti objektu. Autori zistili, že vývoj jednotlivých etáp schopnosti ukrývať potravu bol úzko spojený s rozvojom jednotlivých štádií schopnosti stálosti objektu, ktoré môžu byť pre úspešné ukrývanie potravy rozhodujúce (Bugnyar et al. 2007).

Podobne ako u krkavca aj u vrany obecnej (*Corvus corone*) bolo pomocou postupu Užgiris a Hunt (1975) zistené, že úspešne dosahujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu a že jednotlivé štádia sa rozvíjajú postupne v čase (Hoffmann et al. 2011). Salwiczek et al. (2009) sa zamerali na výskum 3. a 4. štádia schopnosti stálosti objektu u sojok západných (*Aphelocoma californica*). Zistili, že 4. štádium schopnosti stálosti objektu sa u sojok objavuje pred tým, než

začnú so skúšobným ukrývaním potravy, tj. potravu opakovane kompletne ukrývajú a okamžite zase odkrývajú. Jednoduchá forma schopnosti stálosti objektu sa u nich objavuje nezávisle na environmentálnych vplyvoch, no keď raz vták túto schopnosť dosiahne, môže sociálnym učením skrátiť interval, po ktorom začne so skúšobným ukrývaním potravy (Salwiczek et al. 2009).

U sojok obecných (*Garrulus glandarius*) bolo použitím úloh od Užgiris a Hunt (1975) zistené, že podobne ako krkavce a vrany dosahujú úspešne 6. štádium schopnosti stálosti objektu (Zucca et al. 2007). Sojky postupovali v úlohách v rovnakom poradí aj keď boli úlohy rozhádzané, čo znamená, že schopnosť stálosti objektu sa u mladých sojok rozvíja postupne s časom až dosiahne posledné 6. štádium. Mláďatá sú niekoľko týždňov po vyliahnutí vo fáze, v ktorej sa neboja skúmať a dotýkať sa všetkého vo svojom okolí, zvyčajne v sprievode rodičov. Zhruba po 2 mesiacoch vchádzajú do tzv. neofóbickej fázy, v ktorej sú pri kontakte s neznámymi objektmi a situáciami opatrné (Heinrich et al. 1996). Výsledky nasledujúceho experimentu ukázali, že vek dosiahnutia určitého štádia schopnosti stálosti objektu je ovplyvnený aj ďalšími faktormi, ako napríklad neofóbiou, ktorá však nie je priamo spojená s konkrétnymi kognitívnymi schopnosťami. Zistilo sa, že mladé odvážnejšie sojky dokázali rýchlejšie zvládnuť všetky úlohy ako staršie neofóbické sojky (Zucca et al. 2007).

Z vyššie uvedených štúdií by sa mohlo zdať, že schopnosť vytvárať si mentálne reprezentácie objektov sa vyvinula u krkavcovitých vtákov selekčným tlakom na ukladanie jedla do zásoby. Tento predpoklad ale popiera štúdia (Ujfalussy et al. 2013) na kavkách obecných (*Corvus monedula*), ktoré si nevytvárajú zásoby potravy. Rovnakým postupom ako v predošlých štúdiách bolo u nich zistené, že si tiež dokážu vytvárať mentálne reprezentácie objektov, pretože úspešne dosiahli posledné 6. štádium schopnosti stálosti objektu. Aby sa vylúčil vplyv učenia boli vtáky rozdelené do troch skupín a každá skupina bola podrobená rôznemu počtu testovaní, no vo výsledku neboli v úspešnosti týchto skupín žiadne rozdiely. To, že si kavky nevytvárajú zásoby potravy nie je podľa autorov dané tým, že by nemali vyvinutú schopnosť stálosti objektu. Vytváranie si mentálnych reprezentácií objektov má podľa autorov v prírode široký ekologický význam – môže ich využívať napríklad pri vykrádaní zásob iných vtákov, pri interakciách s predátorom alebo pri hniezdení v dutinách (Ujfalussy et al. 2013).

Ďalšou skupinou vtákov s výnimočne rozvinutými kognitívnymi schopnosťami sú papagáje (*Psittacidae*). U papagája sivého (*Psittacus erithacus*) sa ukázalo, že disponuje

kognitívnymi schopnosťami ako je kategorizácia alebo označovanie kvantity (Pepperberg 1987; Pepperberg 2006a; Pepperberg 2006b). Kolektív okolo autorky Irene Pepperberg sa dlhodobo venuje kognitívnym schopnostiam papagájov sivých. V pilotnej štúdii o schopnosti stálosti objektu dokázal 8,5 rokov starý jedinec papagája sivého Alex úspešne splniť všetky úlohu podľa škály Užgiris & Hunt (1975), čím demonštroval 6. štádium schopnosti stálosti objektu (Pepperberg & Kozak 1986). V podobnej štúdii použili extra 16. úlohu – pri tejto úlohe ukázali papagájovi obľúbený kešu oriešok a následne ukryli menej preferovanú granulu počas úlohy s postupným neviditeľným premiestnením. Papagáj hľadal v poslednej miske, kde našiel granulu. Následne odkryl ostatné misky a otočil sa smerom k experimentátorovi. Ak bolo pod miskou kešu, papagáj po jeho nájdení nepokračoval hľadaní. Toto správanie ukazuje na dôležitý fakt, že papagáj si uvedomuje presne čo bolo v miske ukryté a vytvára si tak mentálnu reprezentáciu konkrétneho objektu (Pepperberg et al. 1997).

V ďalších štúdiách sa použitím série úloh od Užgiris a Hunt (1975) ukázalo, že aj korela chocholatá (*Nymphicus hollandicus*), ara marakána (*Ara maracana*) (Pepperberg & Funk 1990) a karakiri skákavý (*Cyanoramphus auriceps*) (Funk 1996) dosahujú posledné 6. štádium Piagetovho vývoja schopnosti stálosti objektu. Podľa autora Funk (1996) môže byť u papagájov schopnosť stálosti objektu užitočná pri rozpoznávaní a pamätaní si objektov (jedla alebo hniezdnych dutín) v ich okolí za účelom ich opätovného nájdenia; registrovaním objektov, ktoré im spadnú na zem a ich vyhľadávaním; a vytrvalým sledovaním hmyzu pod alebo v okolí listov kde hmyz pozorovali, aby ho mohli úspešne chytiť a zjesť. Ak sú však toto jediné faktory, ktoré viedli ku vzniku schopnosti stálosti objektu, tak by sme mali nájsť 6. štádium u širokého spektra druhov s podobnou ekológiou.

U ostatných skupín vtákov je schopnosť stálosti objektu stále diskutabilná. Sliepky (*Gallus gallus f. domestica*) v experimente s miznúcim červom za dve zásteny spočiatku hľadali odmenu za obidvomi zástenami a až časom sa naučili preferovať správnu zástenu (Etienne 1973). Po nájdení potravy však sliepky pokračovali v hľadaní za zástenami ďalej aj keď im žiadna ďalšia potrava nebola ukázaná. Tento pokus ukázal, že sliepky použili jednoduchú naučenú asociatívnu stratégiu a nie schopnosť vnímať stálosť objektu (Pepperberg & Kozak 1986). V ďalších experimentoch sa ukázalo, že sliepky sú schopné do istej miery vytvárať si mentálnu reprezentáciu objektu, ktorý zmizol z dohľadu. V rovnakej úlohe dokázali kuriatka

vybrať správnu zástenu ak išlo o reprezentáciu sociálneho partnera (imprintovaný červený objekt), ale ak išlo o potravu, tak hľadali náhodne (Regolin et al. 1995a; Vallortigara et al. 1998). Dvojďňové kuriatka dokázali nasledovať imprintovaný červený objekt, ktorý im dočasne zmizol z dohľadu (Regolin et al. 1995b). Výsledky naznačujú, že mladé kuriatka dokáže udržať istú reprezentáciu lokality, kde bol sociálny partner (imprintovaný objekt) naposledy vidенý (Vallortigara et al. 1998).

Holuby skalné (*Columba livia*) dokázali navigovať svoj pohyb v bludisku ku jedlu, ak bolo jedlo celý čas viditeľné. Ak jedlo nebolo v dohľade, tak v tejto úlohe zlyhali (Krachun & Plowright 2007). Hrdličky chichotavé (*Streptopelia risoria*) dokázali získať odmenu ak bola schovaná za jednu zástenu. Pri schovávaní za jednu z dvoch zásten musela hrdlička iniciovať pohyb k jedlu pred zakrytím, aby ho dokázala úspešne nájsť (Dumas & Wilkie 1995).

U krkavcovitých vtákov a papagájov sa podarilo dokázať, že dosahujú 6. štádium Piagetovej sústavy schopnosti stálosti objektu rovnako ako ľudia (Ujfalussy et al. 2013). Podľa niektorých autorov sa u nich mohla táto schopnosť vyvinúť ako adaptácia na ich ekologické podmienky (Funk 1996; Pollok et al. 2000). Tieto druhy postupujú podľa rovnakej sekvencie úloh ako ľudia, ale líšia sa v tom, v akom čase jednotlivé úlohy dosiahnu (Salwiczek et al. 2009). Hoffmann et al. (2011) zistil, že kognitívny vývoj schopnosti stálosti objektu (vek, v ktorom vtáky dosiahli jednotlivé úlohy) je u krkavcovitých proporčný k fyzickému vývoju (podľa času od vyliahnutia po operenie vtáka). U papagájov je vývoj schopnosti stálosti objektu všeobecne dlhší než u krkavcovitých. Tieto rozdiely sú pravdepodobne dané rozdielnym motorickým a kognitívnym vývojom u oboch skupín a nesúvisia priamo s potravinovými stratégiami – ako je ukrývanie potravy do zásoby (Bugnyar et al. 2007).

Väčšina štúdií na vtákoch používala škálu úloh od Užgiris & Hunt (1975). Na tomto prístupe je však kritizovaný fakt, že úlohy postupujú od jednoduchších po zložitejšie. Tým pádom nie je možné u vtákov vylúčiť istú mieru učenia a vytvárania si jednoduchších pravidiel, ktoré by im pomohli splniť úlohu s neviditeľným premiestnením bez toho, aby si vták vytváral mentálnu reprezentáciu neviditeľne sa pohybujúceho objektu (Gagnon & Doré 1992). U vtákov by preto bolo potrebné vykonať dodatočné kontrolné štúdie s inou metodikou, aby mohlo byť 6. štádium schopnosti stálosti objektu jednoznačne preukázané (Jaakkola et al. 2010).

2.4.2 Cicavce

2.4.2.1 Psy a vlky

Pilotné štúdie na psoch (*Canis familiaris*) ukázali, že psy by mohli disponovať 6. štádiom schopnosti stálosti objektu. Triana a Pasnak (1981) testovali psy na úlohy s jednoduchým viditeľným a jednoduchým neviditeľným premiestnením, podobne ako u ľudí. Úloha s neviditeľným premiestnením mala zásadné metodologické nedostatky. V tejto úlohe používali len jednu pokrývku a kontajner – experimentátorovu ruku, takže subjekt mal na výber len jednu lokalitu. Keďže pri jednoduchom viditeľnom premiestnení sa pes naučil, že má hľadať pod touto pokrývkou, tak pri následnej úlohe s neviditeľným premiestnením bola veľká pravdepodobnosť, že odmena bude v lokalite pod pokrývkou (Gagnon & Doré 1992).

V sérii štúdií (Gagnon & Doré 1992, 1993, 1994) autori odhalili, že psy zvládnu vyriešiť úlohu s jednoduchým neviditeľným premiestnením, ale ich úspešnosť je nižšia ako pri úlohe s jednoduchým viditeľným premiestnením. Podľa ich záveru sú psy do istej miery schopné zvládať neviditeľné premiestnenia a tým dosahujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu. Prelom prišiel keď Collier-Baker et al. (2004) zopakovali tieto pokusy, ale za prísnejšie kontrolovaných podmienok – experimentátor nebol viditeľný; prvá ani posledná lokalita navštívená kontajnerom nebola tá, kde bol objekt ukrytý a do úvahy bola braná aj finálna pozícia premiestňovacieho kontajneru. Ukázalo sa, že psy zvládli úlohu s neviditeľným premiestnením len vtedy, ak bola finálna pozícia premiestňovacieho kontajnera priľahlá k cieľovej lokalite s objektom. Autori tak vyvrátili závery predošlých štúdií (Gagnon & Doré 1992, 1993, 1994) a usúdili, že psy nie sú schopné vyriešiť štandardné úlohy s neviditeľným premiestnením a riadia sa pravidlom: „Hľadať v lokalite priľahlej k premiestňovaciemu kontajneru“ (Collier-Baker et al. 2004).

K rovnakému záveru došli v experimente Fiset & LeBlanc (2007). Psy úspešne zvládli úlohu s viditeľným premiestnením, ale pri úlohe s neviditeľným premiestnením sa riadili finálnou pozíciou premiestňovacieho kontajnera, polohou experimentátora a poslednou lokalitou, ktorá bola s kontajnerom navštívená. Rovnako dopadla aj štúdia, ktorá porovnávala psy a vlky (*Canis lupus*), čím sa vylúčila možnosť, že neúspech pri úlohe s neviditeľným premiestnením by mohol byť ovplyvnený domestikáciou psov (Fiset & Plourde 2013). Podľa doterajších pokusov to vyzerá tak, že tieto zvieratá dosahujú maximálne 5. štádium schopnosti stálosti objektu = jednoduché viditeľné premiestnenie objektu. Z akého dôvodu by psy a vlky nemali mať plne

rozvinuté pochopenie pre neviditeľné premiestnenie objektu? Autori diskutujú, že pri love sú psy a vlky odkázané predovšetkým na čuchové stopy a na miesto kde korisť naposledy zmizla, než na reprezentáciu sekvencie nevnímateľných udalostí (Fiset & Plourde 2013).

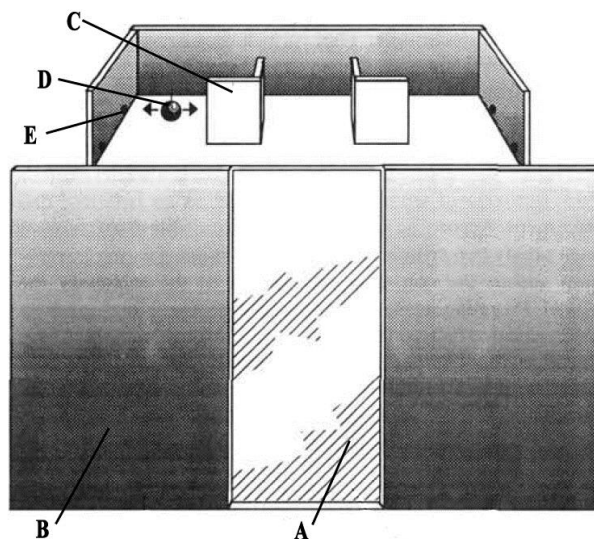
2.4.2.2 Mačky

Vôbec prvou štúdiou na schopnosť stálosti objektu u zvierat podľa Piagetovej sústavy je štúdia od Gruber et al. (1971). Podľa tejto štúdie mačky dosahujú 4. štádium schopnosti stálosti objektu, avšak v ich pokuse nevykonali žiadny test, ktorý by dokázal odhaliť 5. štádium tejto schopnosti. Nasledovala štúdia, ktorá u mačiek a psov predpokladala plne vyvinuté 6. štádium schopnosti stálosti objektu (Triana & Pasnak 1981). Táto úloha však obsahovala metodologické nedostatky (viď kapitolu o psoch), a preto sa zvieratá mohli riadiť jednoduchším asociatívnym pravidlom (Doré 1986). V niekoľkých nasledujúcich štúdiách, ktoré používali štandardizované testy analogické Piagetovým štúdiám na deťoch, prišli autori k záveru, že mačky dosahujú maximálne 5. štádium schopnosti stálosti objektu (Doré 1986; Dumas & Doré 1989; Dumas & Doré 1991; Goulet et al. 1994).

Výsledky ukázali, že 28-dňové mačiatka dokážu vizuálne nasledovať objekt (štádium 2); 35-dňové dokážu získať ukrytý objekt ak začali pohyb k objektu počas jeho ukrytia (štádium 4a); 48-dňové dokážu získať objekt, ktorý bol niekoľko krát postupne viditeľne ukrytý (štádium 5). Pri poslednom 6. štádiu bol objekt ukrytý do kontajnera a odtiaľ neviditeľne presunutý za zástenu. Mačky v tejto úlohe neuspeli, pretože objekt hľadali viac v alebo pri premiestňovacom kontajneri než za zástenou, kde bol objekt neviditeľne ukrytý (Goulet et al. 1994). Tieto výsledky naznačujú, že pri nedostatku zvukových, čuchových či vizuálnych vnemov bude mačka hľadať korisť v mieste, kde ju videla naposledy a ak ju nenájde, preruší svoje hľadanie alebo hľadá v najbližšej lokalite (Doré 1986).

So zaujímavým konceptom výskumu schopnosti stálosti objektu u mačiek prišiel Dumas (1992). Na rozdiel od Piagetových úloh, kde musí subjekt na úspešné vyriešenie úlohy využívať informácie retrospektívne, pri tomto prístupe musí mačka anticipovať novú pozíciu objektu. Ich koncept vychádza z predátorského správania mačiek, v ktorom mačka zbadá korisť a začne ju prenasledovať. Pri nasledovaní koristi sa môže stať, že do vizuálneho poľa medzi predátorom

a korisťou vojde prekážka (strom, kameň, atď.) Počas momentu kedy je predátor za prekážkou sa korisť môže premiestniť na iné miesto bez toho, aby ju predátor videl. Táto séria udalostí vyžaduje schopnosť vnímať neviditeľné premiestnenie a je ekologicky relevantná (Dumas 1992). Ich aparátúra (vid'. obr. č. 1) pozostávala z plexiskla (A) odkiaľ mačka pozorovala objekt (D). Keď mačka iniciovala pohyb za objektom, na moment sa ocitla za zástenou (B) a v tom momente bol objekt ukrytý do za jeden z dvoch úkrytov (C) pomocou neviditeľných šnúrok (E) pripevnených k objektu. Objekt bol ukrytý do toho úkrytu, pri ktorom sa nachádzal keď ho mačka pozorovala spoza plexiskla. Ukázalo sa, že mačky dokázali úspešne nájsť objekt, ktorý bol neviditeľne premiestnený v ekologicky relevantnej úlohe. Na úspešné zvládnutie tejto úlohy je pravdepodobne potrebných menej informácií, než vyžadujú Piagetové úlohy. Táto štúdia popiera predošlé závery, že mačky dosahujú maximálne 5. štádia schopnosti stálosti objektu (Doré 1986; Dumas & Doré 1989; Dumas & Doré 1991) a ukazuje, že pri ekologicky relevantnej úlohe dokážu mačky vyriešiť jednoduché neviditeľné premiestnenie objektu, čím demonštrujú základnú formu 6. štádia schopnosti stálosti objektu (Dumas 1992).



Obr. č. 1 – Aparatúra použitá v experimente. Zdroj: Dumas (1992)

2.4.2.3 Delfín

Jediný výskum na schopnosť stálosti objektu u kytovcov (*Cetacea*) je štúdia robená na delfínoch skákavých (*Tursiops truncatus*) (Jaakkola et al. 2010). Tak ako u krkavcovitých vtákov, aj u kytovcov bola zistená istá konvergencia v evolúcii vyšších kognitívnych funkcií (Marino 2002). Vzhľadom na to, že delfíny preukázali kognitívne schopnosti spojené so symbolickými reprezentáciami, ako napríklad imitácia (Bauer & Johnson 1994), rozpoznanie sa v zrkadle (Reiss & Marino 2001) a porozumenie symbolom a externým reprezentáciám (Herman et al. 2001), autori predpokladali, že budú schopné dosiahnuť aj 6. štádium schopnosti stálosti objektu.

Delfíny v tejto štúdii boli naučené hľadať objekt – plyšového krokodíla, ktorého experimentátori ukrývali do veľkých čiernych kontajnerov uložených na okraji bazéna nad vodou. Delfín odpovedal tým, že sa nosom dotkol jedného z kontajnerov. Pri použití premiestňovacieho kontajnera pomocou ktorého bol objekt ukrývaný, delfíny zvládli viditeľné premiestnenia, ale neboli úspešné pri neviditeľných premiestneniach. Analýzou výsledkov sa ukázalo, že pri neviditeľných premiestneniach sa delfíny riadili jednoduchšími pravidlami – buď uprednostňovali jeden kontajner, alebo odpovedali podľa signálov experimentátora a polohy premiestňovacieho kontajnera. Autori argumentujú, že vzhľadom na prítomnosť viacerých vyšších kognitívnych funkcií u delfínov je nepravdepodobné, aby tieto zvieratá nedisponovali plne rozvinutou schopnosťou stálosti objektu a neúspech v tejto štúdii pripisujú nedostatočnej ekologickej relevantnosti úlohy (Jaakkola et al. 2010).

2.4.2.4 Škrečok zlatý

Jediná štúdia na schopnosť stálosti objektu u hlodavcov bola robená na škrečkovi zlatom (*Mesocricetus auratus*). Autori v nej ukryli červa do pohára a pohár aj s červom posunuli za jednu z dvoch zásten. Škrečok v tejto úlohe demonštroval 4. štádium schopnosti stálosti objektu a na ďalšie štádia ho už autori štúdie netestovali (Thinus-Blanc & Scardigli 1981).

2.4.3 Primáty

Najrozsiahlejší súbor pokusov na test schopnosti stálosti objektu u primátov nájdeme u ľudoopov. Z tohto dôvodu sú ľudoopy v tejto kapitole uvedené ako prvé a za nimi nasledujú polopice a opice. Ako posledná je uvedená časť o štúdiách na makakoch, ktorým je v tejto práci venované najviac pozornosti.

2.4.3.1 Ľudoopy

- Šimpanz

Prvé štúdie so šimpanzmi (*Pan troglodytes*) tvrdia, že, rovnako ako ľudia, dosahujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu. Mathieu et al. (1976) použil analogický postup ako Piaget (Piaget 1954) a zistil, že šimpanzy dokážu úspešne zvládnuť úlohy vyžadujúce jednoduché a postupné viditeľné premiestnenie a postupné neviditeľné premiestnenie. Natale et al. (1986) argumentuje, že táto štúdia nespĺňa požiadavky na úlohu s neviditeľným premiestnením, pretože v ich štúdií nebol objekt vôbec ukrytý do premiestňovacieho kontajnera, ale jeho premiestnenia boli zakryté vložением ďalšej zásteny medzi subjekt a aparáturu, a tým pádom subjekt nemohol sledovať proces premiestnenie ani jeho trajektóriu.

O pár rokov neskôr vyšla štúdia Wood et al. (1980), v ktorej pomocou štandardizovanej postupnosti úloh podľa Užgiris & Hunt (1975) porovnávali úspešnosť detí a šimpanzov. Ukázalo sa, že deti aj šimpanzy zvládli úlohy s podobnou úspešnosťou. Autori štúdie tvrdia, že kognitívny vývoj v senzorimotorickom období je u človeka a šimpanza, minimálne v schopnosti stálosti objektu, veľmi podobný (Wood et al. 1980). Ani túto štúdiu však nemožno brať ako definitívny dôkaz 6. štádia schopnosti stálosti objektu. Podobne ako u krkavcovitých vtákov a papagájov, niektorí autori namietajú, že pri úlohách podľa Užgiris & Hunt (1975) nemožno vylúčiť postupné učenie a použitie jednoduchších asociatívnych stratégií (Gagnon & Doré 1992; Jaakkola et al. 2010).

Natale et al. (1986) prišiel s metodikou², ktorá mu u makaka a gorily umožnila vylúčiť riadenie sa jednoduchšími asociatívnymi stratégiami. Použitím rovnakej metodiky Call & Tomasello (1996) dokázali, že 1 zo 4 testovaných šimpanzov a 1 zo 4 testovaných orangutanov boli schopní vyriešiť úlohu s dvojitém neviditeľným premiestnením použitím mentálnej reprezentácie pohybu objektu. V nasledujúcej úlohe, v ktorej porovnávali úspešnosť orangutana a gorily s ľudskými deťmi zistili, že deti, gorily aj orangutany boli omnoho úspešnejšie v úlohe s dvojitém neviditeľným premiestnením, v ktorej bol premiestňovací kontajner ukrytý za dve susediace zásteny ako v úlohe, v ktorej bol ukrytý za dve nesusediace zásteny (Call 2001). Úlohu zopakovali bez použitia kontajnera a aj v prípade, že subjekty videli ako sú dva objekty schované za dve zásteny, ich výsledky boli úspešnejšie v prípade, že dve zásteny boli susediace (Call 2001). Neúspech pri dvoch nesusediacich zástenách autori pripisujú inhibičnému problému, v ktorom deti, šimpanzy aj orangutany nedokážu preskočiť susediacu neodmenenú zástenú a smerovať svoje rozhodnutie k ďalšej odmenenej zástene. Barth & Call (2006) zistili podobné problémy u detí a všetkých druhov ľudoopov, vrátane bonobov. Úspešnosť šimpanza priamo nájsť dve odmenené zásteny bola najvyššia ak boli odmenené zásteny susediace a pri nesusediacich zástenách úspešnosť najprv klesla a potom stúpala so zvyšujúcim sa počtom neodmenených zásten medzi dvoma odmenenými (Beran et al. 2005).

Collier-Baker & Suddendorf (2006) zistili, že neúspech pri dvoch lineárne usporiadaných nesusediacich navštívených zástenách v úlohe s dvojitém neviditeľným premiestnením nebol spôsobený obmedzením v schopnosti vytvoriť si mentálnu reprezentáciu pohybu objektu, ale inhibičným trendom vyberať zásteny sekvenčne – bez vynechania prostredných nenavštívených zásten. V ich pokuse zopakovali rovnakú úlohu, ale s použitím 4 vertikálne usporiadaných zásten v tvare diamantu (všetky boli vzájomne susediace) – *vid' obr. č. 2*. Deti aj šimpanzy boli v tejto úlohe úspešné, čím dokázali, že sú schopné vyriešiť úlohu s dvojitém neviditeľným premiestnením objektu (Collier-Baker & Suddendorf 2006). V predošlej štúdií (Collier-Baker et al. 2006) dokázali, že šimpanzy dokážu zvládnuť jednoduché neviditeľné premiestnenie bez použitia jednoduchších stratégií (riadením sa podnetmi od experimentátora, prvou a poslednou navštívenou zástenou alebo relatívnou polohou premiestňovacieho kontajnera a zásten). Z posledných dvoch citovaných štúdií je zrejmé, že šimpanzy sú schopné vyriešiť úlohy

² Pre podrobnejší opis tejto metodiky vid' kapitolu o schopnosti stálosti objektu u goríl.

s jednoduchým alebo dvojitém neviditeľným premiestnením bez použitia alternatívnych stratégií, čím dokazujú, že disponujú 6. štádiom schopnosti stálosti objektu rovnako ako ľudia.



Obr. č. 2 – Vertikálne usporiadanie zásten. Zdroj: Collier-Baker & Suddendorf (2006)

- **Bonobo**

Barth & Call (2006) zistili, že všetky druhy ľudoopov sú schopné vyriešiť úlohy s jednoduchým a dvojitém neviditeľným premiestnením. Podobne ako šimpanzy aj bonobovia mali problémy pri dvojitom neviditeľnom premiestnení, v ktorom bol kontajner s odmenou ukrytý pod dve nesusediace zásteny. Ak však vezmeme do úvahy argument od Collier-Baker & Suddendorf (2006), že tento neúspech nie je spôsobený limitáciou v schopnosti vytvoriť si mentálnu reprezentáciu pohybu objektu, tak môžeme predpokladať, že tak ako šimpanzy a ľudia, aj bonobovia disponujú plne rozvinutým 6. štádiom schopnosti stálosti objektu. Pri iných štúdiách sa zistilo, že bonobovia sú schopní vyriešiť úlohu s jednoduchým viditeľným premiestnením objektu, po ktorom nasledovala rotácia alebo translokácia aparatury (Albiach-Serrano et al. 2010), alebo zamiešanie dvoch z troch použitých ukrývacích misiek (Beran & Minahan 2000). Tieto štúdie sa však vzťahujú skôr k 5. štádiu schopnosti stálosti objektu ako ku 6. štádiu.

- **Orangutan**

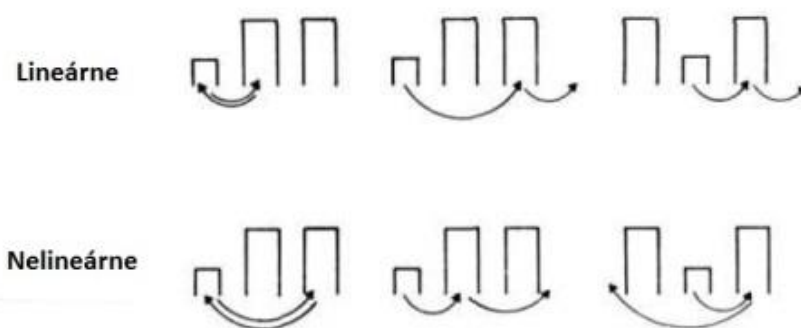
Aj u orangutanov (*Pongo pygmaeus* a *Pongo abelii*) bolo zistené, že bez problémov zvládajú úlohy s rôznymi viditeľnými premiestneniami (jednoduché premiestnenie pod jednu zástenu, dvojité postupné premiestnenie pod dve z troch zásten, striedanie rôznych cieľových zásten, atď.). Úspešne zvládli jednoduché neviditeľné premiestnenia a čiastočne aj dvojité neviditeľné premiestnenia. Jediný problém mali, tak ako aj ostatné ľudoppy, s úlohou s dvojitým neviditeľným premiestnením, v ktorej bol kontajner s odmenou ukrytý pod dve nesusediace zásteny. Subjekty po prehl'adaní prvej správnej zásteny hľadali vo väčšine prípadov pod nenavštvívenou susediacou zástenou, než aby mali preskočiť susediacu zástenu a hľadať za navštvívenou nesusediacou zástenou. Rovnaké výsledky získali autori v rôznych nezávislých štúdiách (Call & Tomasello 1996; De Blois et al. 1998; Call 2001; Barth & Call 2006; Mallavarapu 2009). Ako už bolo spomenuté, podobný problém pri dvojitom premiestnení za dve nesusediace zásteny nachádzame aj u ľudí a šimpanzov (Call 2001) a ani v jednom prípade to nesúvisí s limitáciou v schopnosti stálosti objektu. Keďže v štúdiách boli vykonané kontroly, ktoré vylúčili riadenie sa jednoduchšími asociatívnymi stratégiami, môžeme vyvodiť záver, že aj orangutany majú plne vyvinuté 6. štádium schopnosti stálosti objektu (De Blois et al. 1998; Mallavarapu 2009). Orangutany zároveň dokážu úspešne vyriešiť úlohu s jednoduchým viditeľným premiestnením, po ktorom nasledovala rotácia alebo translokácia aparatury (Albiach-Serrano et al. 2010) alebo transpozícia misiek (Call 2003).

- **Gorila**

Už Natale et al. (1986) si všimli, že v niektorých starších štúdiách schopnosti stálosti objektu sa odmena stále vyskytuje v poslednej manipulovanej miske/zástene. Preto zdôrazňujú potrebu nielen pozorne obmieňať a kontrolovať parametre neviditeľných premiestnení, ale aj uskutočňovať kontrolné sedenia, v ktorých je možné rozlíšiť medzi reprezentatívnymi stratégiami (riadením sa mentálnou reprezentáciou objektu) a nereprezentatívnymi stratégiami (riadením sa jednoduchšími asociatívnymi pravidlami). V ich štúdií preto po úspešnom vyriešení štandardného testu neviditeľného premiestnenia zmenili niektoré parametre tak, aby zmena

neovplyvnila subjekty riadiace sa reprezentatívnymi stratégiami, ale ovplyvnila úspešnosť subjektov riadiacich sa nereprezentatívnymi stratégiami.

V ich sérií pokusov používali dva veľké ukrývacie boxy a jeden menší box, ktorý slúžil ako premiestňovací kontajner. Používali úlohy s jednoduchým neviditeľným premiestnením, v ktorom umiestnili odmenu do malého boxu a z neho ju neviditeľne premiestnili do jedného z veľkých boxov. Testovanými subjektmi boli gorila západná nížinná (*Gorilla gorilla gorilla*) a makak červenolíci (*Macaca fuscata*). Po úspešne zvládnutom štandardnom postupe predstavili ‘falošné sedenia’, v ktorých odmena ostala v malom boxe a veľkým boxom bolo len zmanipulované bez premiestnenia odmeny. Gorila na rozdiel od makaka správne hľadala odmenu v malom boxe. Pri testovaní bola finálna poloha malého boxu vždy vedľa veľkého boxu s odmenou – lineárne usporiadanie. V poslednom kontrolnom sedení preto manipulovali boxmi tak, aby bol malý box oddelený od veľkého odmeneného boxu druhým veľkým boxom, ktorý bol prázdny – nelineárne usporiadanie. Priebeh manipulácií je znázornený na *obr. č. 3*. Gorila napriek tomu systematicky hľadala najprv v malom boxe a potom v správnom odmenenom veľkom boxe. Tým dokázala, že skutočne rekonštruuje neviditeľný pohyb objektu a tak dosahuje tiež 6. štádia schopnosti stálosti objektu. Makak v tomto kontrolnom sedení zlyhal, čím sa zistilo, že používal inú jednoduchšiu stratégiu (Natale et al. 1986).



Obr. č. 3 – Schematické znázornenie manipulácie s objektom pri lineárnom a nelineárnom usporiadaní.
Zdroj: Natale et al. (1986)

Podobne ako u predchádzajúcich štúdií, aj u goríl sa zistilo, že úspešne zvládajú jednoduché a dvojité neviditeľné premiestnenia, ale majú problém zvládnuť dvojité neviditeľné premiestnenie s ukrývaním do nesusediacich misiek (Barth & Call 2006; Mallavarapu 2009).

Úspešne zvládli aj úlohy s rotáciou a translokáciou aparatury po jednoduchom viditeľnom premiestnení (Albiach-Serrano et al. 2010). Vyššie uvedené štúdie slúžia ako dôkaz, že aj gorily dokážu mentálne reprezentovať neviditeľnú dráhu objektu bez použitia jednoduchších alternatívnych stratégií, a preto musia disponovať 6. štádiom schopnosti stálosti objektu.

2.4.3.2 Polopice

- **Lemur**

Deppe et al. (2009) testovali 13 jedincov zo 4 rôznych druhov – lemur červenočelý (*Eulemur fulvus rufus*), lemur mongoz (*Eulemur mongoz*), lemur kata (*Lemur catta*) a lemur sivý (*Hapalemur griseus*) na 7 úlohách s viditeľným a neviditeľným premiestnením. Lemury uspeli vo viditeľných premiestneniach, ale žiadny z nich nedokázal úspešne dokončiť úlohy s neviditeľným premiestnením. Autori vyvodili záver, že lemury dosahujú maximálne 5. štádium schopnosti stálosti objektu. Sú teda schopné vytvárať si mentálne reprezentácie ukrytých objektov, ale nedokážu mentálne reprezentovať trajektóriu objektu. Podľa autorov im 5. štádium schopnosti stálosti objektu postačuje v ich ekologických podmienkach, pretože sa živia stacionárnou potravou a neprichádzajú do styku s predátormi, ktorí by sa plížili spoza prekážok (Deppe et al. 2009).

Mallavarapu et al. (2013) testoval ďalší druh – lemura vari (*Varecia variegata*). Jedinci síce úspešne vyriešili sériu viditeľných a neviditeľných úloh, no kontrolné sedenia ukázali, že sa riadili inou stratégiou – predovšetkým hľadali v poslednom manipulovanom boxe. Táto štúdia teda nemôže slúžiť ako dôkaz schopnosti stálosti objektu u lemurov vari (Mallavarapu et al. 2013).

2.4.3.3 Opice

Ukázalo sa, že kognitívny vývoj schopnosti stálosti objektu u ľudoopov – teda šimpanza, bonoba, gorily a orangutana, dosahuje rovnakú úroveň ako u človeka, resp. u 18-24 mesačného dieťaťa (Piaget 1954). Na to, aby sme lepšie pochopili vznik a evolúciu schopnosti stálosti objektu, musíme poznať stupeň vývoja aj u ostatných primátov.

- **Gibon**

Giboni (*Hylobatidae*) sú sesterskou skupinou všetkých hominidov (*Hominidae*) – teda ľudoopov a človeka (Cunningham et al. 2006). Keďže u hominidov nachádzame plne rozvinutú schopnosť stálosti objektu, bude zaujímavé zistiť ako sú na tom giboni. Fedor et al. (2008) skúmali 10 gibonov zo 4 rôznych druhov: Gibon siamang (*Symphalangus syndactylus*), Gibon lar (*Hylobates lar*), Gibon žltolící (*Nomascus gabriellae*) a Gibon bielolící (*Nomascus leucogenys*). Jedinci boli testovaní na jednoduché viditeľné premiestnenia a jednoduché a dvojité neviditeľné premiestnenia, v ktorých ako premiestňovací kontajner používali ruku experimentátora. Zároveň boli vykonané kontroly, aby sa vylúčila možnosť, že subjekty sa riadili posledným manipulovaným ukrývacím boxom. Giboni úspešne zvládli jednoduché neviditeľné premiestnenia a iba jeden z nich (Gibon bielolící) dosiahol úspech aj pri úlohe s dvojitým premiestnením. Autori si zároveň všimli, že ak bola úloha veľmi náročná, jedinci inklinovali k jednoduchším stratégiám – napr. volili jednu preferovanú pozíciu. Giboni teda dosiahli 5. štádium schopnosti stálosti objektu a jeden subjekt dosiahol dokonca úroveň ľudoopov a človeka (6. štádium). Aby sa tento záver dal zovšeobecniť na celú čeľaď gibonovitých (*Hylobatidae*), sú potrebné ďalšie štúdie.

V nedávnej štúdii od Anderson (2012) skúmali 5 gibonov z dvoch druhov (Gibon siamang a Gibon bielolící). Ich úloha spočívala v jednoduchom viditeľnom premiestnení odmeny pod jednu z troch misiek a následnom zamiešaní miskami. Giboni úspešne našli miskú s odmenou, no to ešte neznamená, že dokázali mentálne reprezentovať neviditeľnú trajektóriu odmeny. Táto štúdia teda potvrdila, že giboni dosahujú 5. štádium, ale neskúmala prítomnosť 6. štádia schopnosti stálosti objektu u týchto primátov (Anderson 2012).

- **Mandril**

Test stálosti objektu bol robený ešte na jednej úzkonosej (*Catarrhini*) starosvetskej opici a to na mandrilovi ryholícom (*Mandrillus sphinx*) (Gabel et al. 2009). V prvom pokuse opice úspešne zvládli úlohu s jednoduchým viditeľným premiestnením, v ktorom umiestnili odmenu do jedného z troch sivých ukrývacích kontajnerov a následne nimi zamiešali. V druhom pokuse ukryli odmenu do jedného z troch rôznofarebných kontajnerov a následne ich zakryli zástenou a zamiešali. Opica mala po odkrytí zásteny vybrať správny kontajner. Opice v tejto úlohe neuspeli. V skutočnosti však táto úloha netestuje neviditeľné premiestnenie, ale asociáciu farby kontajneru s odmenou. V prvom pokuse mandrily dokázali, že disponujú 5. štádiom schopnosti stálosti objektu (Gabel et al. 2009). Na určenie 6. štádia je potrebný ďalší výskum.

- **Chápan**

U ploskonosej novosvetskej opice - chápana hnedého (*Oreonax flavicauda*) existuje jediná staršia štúdia, v ktorej sa testovanému jedincovi podarilo zvládnuť úlohy s jednoduchým a postupným viditeľným premiestnením, čím demonštroval 5. štádium schopnosti stálosti objektu (Mathieu et al. 1976).

- **Malpa**

V rovnakej štúdií autori tvrdili, že tak ako u šimpanza, aj u malpy kapucínskej (*Cebus capucinus*) demonštrovali 6. štádium schopnosti stálosti objektu (Mathieu et al. 1976). V skutočnosti tento test nespĺňal požiadavky na úlohu s neviditeľným premiestnením, pretože v ich štúdií nebol objekt vôbec ukrytý do premiestňovacieho kontajnera a jeho premiestnenia boli zakryté vložením ďalšej zásteny medzi subjekt a aparáturu tak, aby ju nemohol vidieť počas premiestňovania. Tým pádom subjekt nemohol sledovať proces premiestnenia ani jeho trajektóriu (Natale et al. 1986).

Presvedčivejší dôkaz prináša štúdia Schino et al. (1990), v ktorej replikujú postup od Natale et al. (1986) – okrem štandardných Piagetových úloh pridávajú dodatočné úlohy, ktoré

majú za cieľ rozlíšiť medzi reprezentatívnymi a nereprezentatívnymi stratégiami. Úloha s lineárnym a nelineárnym usporiadaním dvoch veľkých boxov a malého premiestňovacieho boxu odhalila, že makaky a mladá 3-ročná malpa sa riadili jednoduchšími asociatívnymi stratégiami. Táto kontrolná úloha ukázala, že dospelá 9-ročná malpa vyriešila úlohu pomocou mentálnej reprezentácie neviditeľnej trajektórie pohybu objektu. Autori tvrdia, že malpy sú schopné dosiahnuť 6. štádium schopnosti stálosti objektu a neúspech mladej malpy mohol súvisieť s vekovým rozdielom alebo vnútrodruhovou variabilitou (Schino et al. 1990). Neskorší výskum však tieto výsledky nepotvrdil a otázka, či malpy dosahujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu tak ostáva otvorená (Dumas & Brunet 1994).

- **Kotul**

Vaughter et al. (1972) študovali vývoj schopnosti stálosti objektu u kotulov veverovitých (*Saimiri sciureus*) a zistili, že tieto opice dokážu vyriešiť úlohy s neviditeľným premiestnením. V skutočnosti však v tejto úlohe použili netradičnú aparátúru, v ktorej boli všetky manipulácie vykonávané za nepriehľadným panelom. Na rozdiel od štandardných postupov s neviditeľným premiestnením, pri tejto úlohe subjekt nedokáže odvodiť polohu objektu zo sledovania jeho premiestňovania v kontajneri. Preto táto úloha nemôže slúžiť ako dôkaz 6. štádia schopnosti stálosti objektu (De Blois et al. 1998).

V ďalšej štúdií preto použili štandardné testy a zistili, že kotuly dokážu vyriešiť úlohy s jednoduchými aj postupnými viditeľnými premiestneniami, ale zlyhali v úlohách s neviditeľným premiestnením. Podľa autorov kotuly neuspeli buď preto, lebo nedosahujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu, alebo kvôli príliš impulzívnemu a rýchlemu spôsobu odpovedania. Obe štúdie sa zhodujú na tom, že kotuly sú schopné vytvoriť si mentálnu reprezentáciu ukrytého objektu a dosahujú 5. štádium schopnosti stálosti objektu (Vaughter et al. 1972; De Blois et al. 1998).

- **Tamarín**

U tamarína pinčieho (*Saguinus oedipus*) bola skúmaná schopnosť mentálne reprezentovať trajektóriu neviditeľného objektu inou metódou. Hood et al. (1999) zistili, že ak vhodia odmenu do nepriehľadnej trubice esovitého tvaru napojenú na 3 kontajnery, tamarín bude hľadať odmenu v kontajneri, ktorý je priamo pod miestom vhodenia odmeny a nie v kontajneri, do ktorého odmena dopadla. Táto limitácia sa prejavuje aj u malých detí a označuje sa ako ‘gravity bias’ (Hood et al. 1999). V nasledujúcej štúdií autori zistili, že tento ‘gravity bias’ sa stratí, ak aparáturu presunú do horizontálnej roviny. V tomto usporiadaní tamaríny dokážu do istej miery mentálne reprezentovať neviditeľnú dráhu odmenu v trubici (Hauser et al. 2001).

V štúdií so štandardnými úlohami autori zistili, že tamaríny úspešne zvládajú rôzne varianty viditeľných aj neviditeľných premiestnení (Neiworth et al. 2003). Použitím malého počtu sedení vylúčili možnosť, aby sa opice naučili úlohy metódou pokusov a omylov (Schino et al. 1990) a kontrolné sedenia potvrdili, že tamaríny sa neriadili posledným manipulovaným kontajnerom. Táto štúdia demonštruje, že tamaríny disponujú 6. štádiom schopnosti stálosti objektu (Neiworth et al. 2003).

- **Kosmáč**

U kosmáčov bielofúzích (*Callithrix jacchus*) vykonali autori Mendes & Huber (2004) sériu 9 úloh, ktoré korešpondovali s 3.-6. štádiom Piagetovej sústavy schopnosti stálosti objektu. Medzi 11 testovanými jedincami boli veľké individuálne rozdiely v úspešnosti. Iba 2 jedinci úspešne zvládli všetky úlohy vrátane jednoduchého a dvojitého neviditeľného premiestnenia, čím dokázali, že majú 6. štádium schopnosti stálosti objektu. U ostatných jedincov bolo hornou hranicou 5. štádium. Veľké vnútrodruhové rozdiely mohli byť spôsobené preferenciou určitých pozícií pri testovaní, jednoduchšími asociatívnymi stratégiami alebo faktom, že nie všetci jedinci v rámci druhu musia mať plne rozvinutú schopnosť stálosti objektu (Mendes & Huber 2004).

- **Makak**

Praktická časť tejto práce je venovaná výskumu schopnosti stálosti objektu u makakov rhesus (*Macaca mulatta*), a preto v tejto kapitole uvádzam rešerš dostupnej literatúry na túto kognitívnu schopnosť u makakov a porovnanie jednotlivých metodík, ktoré autori zvolili vo svojich štúdiách.

Pilotná štúdia ukázala, že makaky rhesus by mohli dosahovať rovnaké štádium schopnosti stálosti objektu ako ľudia, a že táto schopnosť sa u nich rozvíja v podobnej sekvencii ako u ľudí (Wise et al. 1974). Autori použili podobné úlohy ako používal Piaget u detí (Piaget 1954), a to jednoduché, striedavé a postupné viditeľné premiestnenia a jednoduché, striedavé a postupné neviditeľné premiestnenia. Tieto úlohy uplatnili v troch rôznych dizajnoch. V prvom experimente ukrývali objekt za tri zásteny, v druhom ukrývali objekt do jedného z dvoch ramien bludiska, a v treťom ukrývali objekt do jednej z dvoch zakrývateľných misiek v aparátúre s názvom 'Wisconsin Test Apparatus'. Makaky testovali už od 10. dňa veku a jednotlivé úlohy dokázali postupom času vyriešiť. Napriek dobre štruktúrovaným úlohám, tejto štúdií chýbali kontrolné sedenia, ktoré by vylúčili použitie jednoduchších asociačných stratégií. Kritici tvrdili, že za úspechom makakov mohla stáť stratégia voliť poslednú manipulovanú lokalitu, resp. vzhľadom k tomu, že makaky nikdy nevyriešili jednotlivé úlohy pri prvom sedení, mohli sa jednotlivé úlohy naučiť riešiť metódou pokusov a omylov (Natale et al. 1986; Schino et al. 1990).

Natale et al. (1986) zvolil opatrnejší postup³, v ktorom odlišili používanie reprezentatívnych stratégií (schopnosť stálosti objektu) od tých nerepresentatívnych (jednoduchšie asociačné stratégie). Použitím lineárneho a nelineárneho usporiadania dvoch veľkých boxov a malého premiestňovacieho boxu pri úlohách s neviditeľných premiestnením zistili, že gorila sa skutočne riadila mentálnou reprezentáciou pohybu objektu, no makak červenolíci (*Macaca fuscata*) používal jednoduchšie pravidlo, v ktorom vždy volil veľký box umiestnený vedľa malého (Natale et al. 1986). Autori tvrdia, že makaky dosahujú maximálne 5. štádium schopnosti stálosti objektu.

³ Vid' podrobnejší opis metodiky štúdie v kapitole o schopnosti stálosti objektu u goríl.

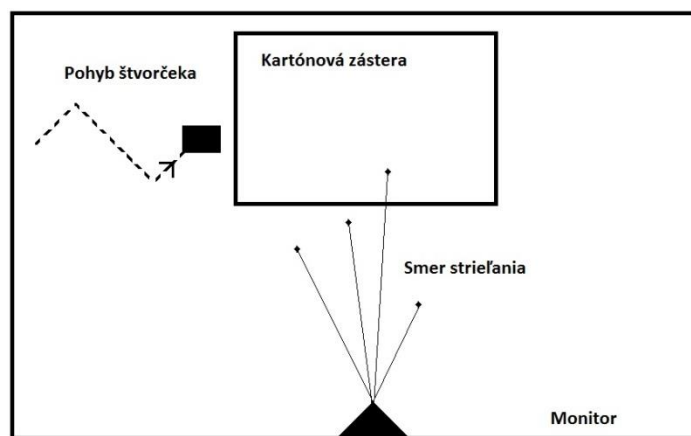
Použitím identického postupu Schino et al. (1990) dospeli k rovnakým výsledkom u 4 makakov jávských (*Macaca fascicularis*). Na rozdiel od makakov a mladej 3-ročnej malpy, iba dospelá 9-ročná malpa vyriešila úlohu pomocou mentálnej reprezentácie neviditeľnej trajektórie pohybu objektu (Schino et al. 1990).

De Blois & Novak (1994) testovali úspešnosť 6 makakov rhesus na schopnosť stálosti objektu. Subjekty zvládli úlohy s viditeľnými premiestneniami (štádium 4 a 5), ale zlyhali v úlohách s neviditeľnými premiestneniami (štádium 6). Autori na neviditeľné premiestnenie používali buď kontajner alebo experimentátorovu dlaň. Ukázalo sa, že opice pri zložitejších úlohách využívali rôzne jednoduchšie stratégie – najčastejšie volili jednu preferovanú lokalitu. Tak ako v dvoch predošlých štúdiách (Natale et al. 1986; Schino et al. 1990) ani v tejto štúdii sa nepodarilo autorom dokázať, že makaky disponujú 6. štádiom schopnosti stálosti objektu (De Blois & Novak 1994).

Hauser (2001) použil metódu, ktorou mohol testovať na voľne chovanej populácii makakov rhesus úlohu s neviditeľným premiestnením objektu bez nutnosti predošlého tréningu. Aparatúra pozostávala zo stola s jednou krabicou položenou na povrchu a druhou položenou v rovnakej línii pod stolom. Aparatúru zakryli zástenou a zhora pustili voľným pádom potravu vo vertikálnej línii oboch krabíc. Po odkrytí zásteny makaky hľadali potravu nesprávne v spodnej krabici. Táto chyba je interpretovaná ako ‘gravity bias’, teda nesprávny predpoklad, že všetky objekty padajú priamo dole do najnižšie položeného bodu. Ak premiestnili aparatúru do horizontálnej roviny, tak makaky pochopili, že jedna krabica bránila potrave v ďalšom pohybe a odmenu hľadali v správnej krabici. Tým demonštrovali, že v určitých podmienkach sú schopné vyriešiť neviditeľné premiestnenia (Hauser 2001). Southgate & Gomez (2006) ďalej zistili, že neúspech v prvej úlohe nemusí súvisieť s ‘gravity bias’, ale môže byť spôsobený tendenciou makakov pri nedostatku zmyslových stôp hľadať potravu automaticky pod stolom. Táto tendencia môže súvisieť s faktom, že makaky preferujú ukrytú potravu pred odkrytou potravou z dôvodu potravinovej konkurencie (Southgate & Gomez 2006).

Podľa predchádzajúcich štúdií majú makaky pravdepodobne veľmi limitovanú schopnosť mentálne reprezentovať neviditeľný pohyb objektov. Nasledujúci súbor pokusov s makakmi s použitím modernejšej techniky však ukazuje, že to tak nemusí byť. Filion et al. (1996) naučili dvoch makakov rhesus používať joystick, ktorým ovládali malý kurzor na obrazovke monitora.

V jednej úlohe sa na monitore objavil priamočiario sa pohybujúcu štvorček a veľký kruh, ktorý slúžil ako zástena. Štvorček pri pohybe zmizol za kruhom a objavil sa na protiľahlej strane kruhu. Opice dokázali kurzor navigovať tak, aby sa vyskytoval v mieste, kde očakávali znovuoobjavenie štvorčeka. Aby sa vylúčila možnosť, že opice sa úlohy naučili, autori menili smer a pozíciu, v ktorej štvorček zmizol za kruhom. Opice dokázali svoje rozhodnutia okamžite prispôsobiť zmeneným parametrom a dosiahli podobné výsledky ako ľudia. V ďalšom pokuse nazvanom LASER opice pomocou joysticku ovládali smer, v ktorom malý trojuholník na spodnej strane monitora strieľal priamočiario bodové projektily – *vid' obr. č. 4*. Úlohou opice bolo pomocou projektilu zasiahnuť pohybujúci sa štvorček. Keď sa opice naučili strieľať, experimentátori zakryli časť monitoru obdĺžnikovým kartónom a zmenili pohyb štvorčeka z priamočiareho na 'cik-cak' pohyb.



Obr. č. 4 – Schéma monitora pri úlohe LASER. Zdroj: *Filion et al. (1996)*

Po tejto zmene opice pokračovali v streľbe napriek tomu, že štvorček bol za zástenou. Makaky brali do úvahy smer aj načasovanie strely tak, aby zasiahla štvorček v jeho trajektórii za zástenou a to už pri prvom predstavení úlohy, takže v tomto prípade je možné vylúčiť postupné učenie sa úlohy. Ich úspešnosť v úlohe bola podobná ako úspešnosť ľudí v rovnakej úlohe. Autori vyvodili záver, že na to, aby túto úlohu bez učenia vyriešili si museli vytvoriť mentálnu reprezentáciu trajektórie neviditeľného objektu (Filion et al. 1996). Ak makaky zvládli túto úlohu použitím 6. štádia schopnosti stálosti objektu, prečo zlyhali v predošlých štúdiách (Natale

et al. 1986; Schino et al. 1990; De Blois & Novak 1994)? Dôvod môže byť ten, že v týchto pokusoch je makak sám vykonávateľom deja a postupuje vlastným tempom. V predošlých úlohách bol vykonávateľom deja experimentátor a to mohlo negatívne ovplyvniť pozornosť a motiváciu testovaných subjektov. Ďalší rozdiel je v tom, že v týchto počítačových úlohách musí makak predpovedať trajektóriu neviditeľného objektu (prospektívne procesy), kdežto pri štandardných úlohách musí makak rekonštruovať trajektóriu neviditeľného objektu (retrospektívne procesy) (De Blois et al. 1998). Expresia reprezentačnej kapacity teda závisí na kontexte danej úlohy a môže byť limitovaná inými zmyslovými a kognitívnymi procesmi (Filion et al. 1996).

Churchland et al. (2003) monitorovali rýchlosť pohybu očí u makakov rhesus počas toho ako sledovali pohyb objektu na monitore. Objekt počas svojej trajektórie buď blikol alebo na chvíľku zmizol za zástenou nalepenou na monitore. Pri bliknutí zaznamenali rozdiel v pohybe očí, zatiaľ čo pri zmiznutí objektu za zástenou bol pohyb očí takmer rovnaký ako pri kontrolnom sedení bez bliknutia alebo zmiznutia za zástenou. Tento príklad ukazuje, že makaky vnímali stálosť objektu, ktorý zmizol za zástenou a pohybmi očí sledovali jeho neviditeľnú trajektóriu (Churchland et al. 2003). V inej štúdii s podobným dizajnom dospelé makaky dokázali, že vnímali kontinuitu pohybu objektu na monitore za zástenou tým, že hľadeli na miesto kde sa mal objekt objaviť na rozdiel od mláďat, ktoré reagovali pohybom očí až keď sa objekt objavil spoza zásteny (Hall-Haro et al. 2009). Analýzou výsledkov autori zistili, že k zásadnej zmene dochádza v 5-8 týždňoch veku makaka, kedy mu dozrieva mozgová kôra a končí vývoj schopnosti stálosti objektu.

Baker et al. (2001) vykonali jediné štúdiu, ktorá sa venuje neuronálnemu základu schopnosti stálosti objektu u makakov a objavili malú populáciu neurónov ($n=33$) vykazujúcu zvýšenú aktivitu pri postupnom ukryvaní objektu. Táto populácia neurónov sa nachádza v temporálnom laloku v oblasti, ktorá je označovaná ako 'superior temporal sulcus'. Aktivita neurónov začala stúpať pri ukryvaní objektu a dosiahla maximum v momente keď bol objekt kompletne ukrytý. Autori preto navrhujú, že táto populácia neurónov by mohla hrať rolu v perцепčnej kapacite pre schopnosť stálosti objektu (Baker et al. 2001). Na to, aby sme zistili, ktoré štruktúry v mozgu sa podieľajú na vývoji schopnosti stálosti objektu sú však potrebné ďalšie štúdie.

Ha et al. (1997) sledovali, ktoré faktory majú vplyv na vývoj schopnosti stálosti objektu u makakov. Použili rovnaký postup úloh ako Piaget (1954) - od úloh vyžadujúcich jednoduché natiahnutie sa za predmetom (štádium 2) a získanie polozakrytého predmetu (štádium 3) po získanie predmetu ukrytého v jednej z dvoch misiek (štádium 4 a 5). Úlohy na 6. štádium schopnosti stálosti objektu neboli v štúdií zahrnuté. U 123 makakov sviňochvostých (*Macaca nemestrina*) sledovali postup v úlohách v závislosti na veku zvieraťa, pohlaví a hmotnosti pri narodení. Analýzou dát zistili, že signifikantný vplyv na postup v jednotlivých úlohách má iba hmotnosť pri narodení, ktorá koreluje s vývojom centrálnej nervovej sústavy. Autori vyvodili záver, že vývoj mentálnych konceptov objektov je založený viac na neurologickom vývoji než na postnatálnej skúsenosti (Ha et al. 1997). Ďalšie štúdie zistili, že zvýšené množstvo stresového hormónu kortizolu (získaného z vlasov) u makakov (Dettmer et al. 2009) a prenatálne podávaný metylmerkúr (Burbacher et al. 1986) negatívne ovplyvňujú vývoj schopnosti stálosti objektu. V oboch štúdiách boli použité štandardné úlohy, ktoré končili pri 5. štádiu schopnosti stálosti objektu.

2.4.4 Zhrnutie štúdií u zvierat

Táto kapitola ukazuje, že výsledky testov na schopnosť stálosti objektu sa značne líšia u rôznych skupín živočíchov. Otázkou je, či tieto rozdiely spočívajú v rozdielnej miere kognitívnych schopností daného druhu, alebo vychádzajú z použitia odlišných metodík u rôznych druhov a nedostatočnej ekologickej relevantnosti úloh (Doré & Dumas 1987).

U vtákov sa ukazuje, že plne rozvinutá schopnosť stálosti objektu sa vyskytuje minimálne u krkavcovitých vtákov (Zucca et al. 2007; Bugnyar et al. 2007; Hoffmann et al. 2011; Ujfalussy et al. 2013) a papagájov (Pepperberg & Kozak 1986; Pepperberg & Funk 1990; Funk 1996; Pepperberg et al. 1997). U holubov, hrdličiek a sliepok sa experimentálne nepodarilo dokázať prítomnosť 5. a 6. štádia tejto schopnosti (Etienne 1973; Regolin et al. 1995b; Regolin et al. 1995a; Vallortigara et al. 1998; Dumas & Wilkie 1995; Krachun & Plowright 2007).

U psov (Collier-Baker et al. 2004; Fiset & LeBlanc 2007; Fiset & Plourde 2013), vlkov (Fiset & Plourde 2013), delfinov (Jaakkola et al. 2010) a mačiek (Doré 1986; Dumas & Doré 1989; Dumas & Doré 1991; Goulet et al. 1994) bolo úspešne demonštrované 5. štádium

schopnosti stálosti objektu. Pri neviditeľných premiestneniach volili jednoduchšiu stratégiu a väčšinou hľadali objekt v mieste, kde ho videli naposledy. Jediná štúdia demonštruje, že pri dostatočne ekologicky relevantnej úlohe mačky do určitej miery porozumeli neviditeľným premiestneniam (Dumas 1992).

Najpresvedčivejšie dôkazy plne rozvinutej schopnosti stálosti objektu, ktorá je analogická tej ľudskej, prinášajú štúdie na ľudoopoch (Natale et al. 1986; Call & Tomasello 1996; De Blois et al. 1998; Call 2001; Barth & Call 2006; Collier-Baker & Suddendorf 2006; Collier-Baker et al. 2006; Mallavarapu 2009). Výhodou týchto štúdií je, že rôznymi kontrolnými sedeniami vylučujú možnosť, aby sa subjekty riadili alternatívnymi stratégiami. Niektorí autori sa preto priklonili k názoru, že 6. štádium schopnosti stálosti objektu sa v evolúcii objavilo až v skupine hominidov (ľudoopov a človeka) a ostatné primáty disponujú maximálne 5. štádiom (Natale et al. 1986; De Blois & Novak 1994; De Blois et al. 1998). Táto dichotómia medzi ľudoopmi a ostatnými primátmi bola prekonaná keď sa u gibona (Fedor et al. 2008), malpy (Schino et al. 1990), tamarína (Neiworth et al. 2003) a kosmáča (Mendes & Huber 2004) zistilo, že tiež môžu dosahovať 6. štádium schopnosti stálosti objektu. U ostatných študovaných primátov – lemurov (Deppe et al. 2009), mandrilov (Gabel et al. 2009), chápanov (Mathieu et al. 1976) a kotulov (De Blois et al. 1998) bolo demonštrované maximálne 5. štádium.

U makakov je situácia ohľadom schopnosti stálosti objektu dosť nejednoznačná. Pri štandardných testoch, používaných na ľudoopoch a ľuďoch, inklinovali makaky pri neviditeľných premiestneniach k používaniu jednoduchších asociačných stratégií namiesto mentálnych reprezentácií, a tak u nich nebolo možné dokázať 6. štádium schopnosti stálosti objektu (Natale et al. 1986; Schino et al. 1990; De Blois & Novak 1994). Pri úlohách, ktoré pomocou modernejšej techniky umožňovali makakom byť aktívnymi vykonávateľmi diania na monitore (Filion et al. 1996) a úlohách, v ktorých sledovali pohyby očí makaka pri zakrývaní pohybujúceho sa objektu na monitore (Churchland et al. 2003; Hall-Haro et al. 2009) zistili, že makaky v týchto situáciách dokážu vnímať neviditeľnú trajektóriu objektu, a tým demonštrujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu. Ďalšia časť tejto práce bude venovaná sérii pokusov, v ktorých sme sa snažili zistiť, aké stratégie využívali makaky pri riešení modifikovaných úloh Piagetovej škály stálosti objektu (Piaget 1954).

3 CIELE PRAKTICKEJ ČASTI

U makakov sa v doterajších štúdiách nepodarilo jednoznačne dokázať, či majú plne rozvinutú schopnosť stálosti objektu. Prvá štúdia na makakoch rhesus dospela k záveru, že makaky disponujú posledným 6. štádiom schopnosti stálosti objektu (Wise et al. 1974), ale autori v tejto štúdií nezohľadnili možnosť, že subjekty sa mohli riadiť jednoduchými alternatívnymi stratégiami. Ďalšia skupina autorov tvrdí, že makaky sa pri zložitejších úlohách s neviditeľným premiestnením riadia jednoduchými asociatívnymi stratégiami (Natale et al. 1986; Schino et al. 1990). V úlohách s alternatívnou metodikou s použitím počítačového monitora makaky dokázali vnímať neviditeľnú trajektóriu objektu (Filion et al. 1996; Churchland et al. 2003; Hall-Haro et al. 2009).

- **Hlavný cieľ práce:**

Hlavným cieľom tejto práce je posúdiť, či sú dvaja jedinci druhu makak rhesus schopní pomocou mentálnej reprezentácie objektu, tj. prostredníctvom schopnosti stálosti objektu úspešne vyriešiť úlohy s neviditeľným premiestnením bez použitia jednoduchších alternatívnych stratégií v sérii modifikovaných úloh Piagetovej škály stálosti objektu.

- **Hypotéza č. 1:**

Testovaní jedinci dosiahnu pri úlohách s neviditeľným premiestnením signifikantne vysokú hladinu úspešnosti.

- **Hypotéza č. 2:**

Testovaní jedinci pri riešení úloh s neviditeľným premiestnením nepoužívajú jednoduchšie alternatívne stratégie. To by znamenalo, že makaky riešia úlohy s neviditeľným premiestnením pomocou tvorby mentálnej reprezentácie objektu a dosahujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu.

4 METODIKA

4.1 Subjekty

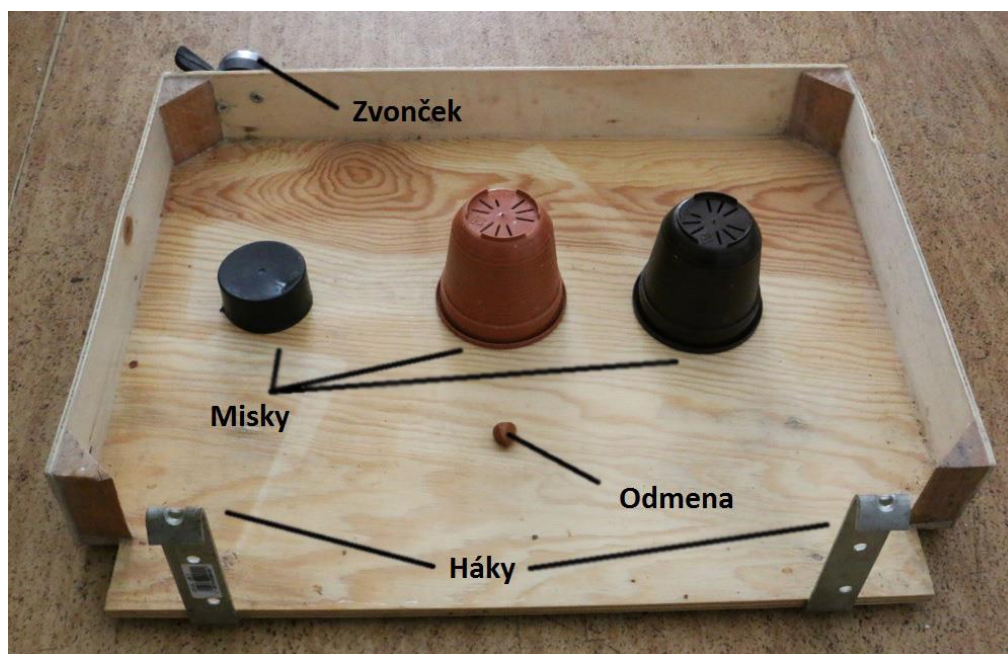
Testovanými subjektmi boli dvaja samci druhu makak rhesus (*Macaca mulatta*) – Attila a Puck. Obidva testované makaky začínali experiment vo veku 9 rokov. Obe opice pred začiatkom experimentu absolvovali kognitívne testy na priestorovú pamäť, v ktorých boli trénované na prácu s monitorom. Subjekty boli chované spoločne vo vnútornej voliére v špecializovanom chovnom zariadení Ústavu normálnej, patologickej a klinickej fyziológie 3. lekárskej fakulty Univerzity Karlovej (chovné zariadenie autorizované Ústrednou komisiou pre ochranu zvierat Ministerstva poľnohospodárstva ČR, licencia 20744/2007-10001).

Medzi oboma testovanými jedincami bola jasne daná hierarchická štruktúra – Attila bol dominantným a Puck submisívnym jedincom. Voliéra bola prepojená s vedľajšou manipulačnou voliérou, do ktorej bol Attila premiestňovaný počas experimentov s Puckom. Počas experimentov s Attilom boli obidva subjekty prítomné v chovnej voliére. V rovnakej miestnosti, ale v izolovanej voliére boli chované ďalšie dve opice druhu makak rhesus, ktoré neboli testované v rámci tejto práce. Testované subjekty dostávali každý deň krmnu dávku štandardnej potravy – granúl pre primáty a ovocie. Experimenty boli schválené etickou komisiou 3. lekárskej fakulty Univerzity Karlovej v zhode so Zákonom o ochrane zvierat 246/1992 Sb..

4.2 Aparatúra

Aparatúra (vid' obr. č. 5) používaná pri úlohách na schopnosť stálosti objektu pozostávala z drevenej dosky s rozmermi 30 cm x 50 cm. Po troch stranách dosky bola 10 cm vysoká drevená prekážka, ktorá zabráňovala spadnutiu predmetov z dosky. Na prednej strane dosky boli umiestnené dva háky, ktorými sa aparatúra prichytila z vonkajšej strany na voliéru s makakmi. V jednom rohu dosky bol pripevnený zvonček, ktorý slúžil na zvukovú signalizáciu po každej vykonanej voľbe. Namiesto zásten sme na ukrývanie objektu používali plastové misky. Štandardne boli používané tri misky – dve stredne veľké misky hnedej a béžovej farby s priemerom 8 cm a jedna malá čierna miska s priemerom 5,5 cm. V niektorých kontrolných úlohách boli použité väčšie misky s priemerom 10 cm alebo veľké misky s vyrezanými otvormi na jednej strane, cez ktoré sa mohla ukrývať malá čierna miska. Hľadaný objekt bol malý kusok potravy – lentilka, piškóta alebo kus ovocia. Jednotlivé sedenia boli nahrávané na kameru

a ukladané pre neskoršiu analýzu. Experimentátor používal pri testovaní slnečné okuliare, aby zabránil testovanému subjektu riadiť sa podľa smeru experimentátorovho pohľadu.



Obr. č. 5 – Aparatúra používaná pri testovaní schopnosti stálosti objektu u makakov.

Autor: Michal Gálik, Apríl 2014

4.3 Behaviorálna procedúra

Testovanie makakov na schopnosť stálosti objektu prebiehalo od apríla 2012 do októbra 2013. Makaky boli najprv tréňované na úlohy vyžadujúce 5. štádium schopnosti stálosti objektu, potom testované na úlohy vyžadujúce 6. štádium schopnosti stálosti objektu a napokon podstúpili sériu kontrolných úloh, ktoré mali za cieľ vylúčiť možnosť používania alternatívnych asociatívnych stratégií namiesto skutočného vytvárania mentálnych reprezentácií objektu.

Počas testovania bola aparatúra prichytená z vonkajšej strany voliéry a testovanie začalo keď si testovaná opica sadla na dosku, z ktorej mala dosah na všetky pozície používaných misiek. Jedno sedenie obsahovalo priemerne 20 expozícií a trvalo od 10 do 30 min. Ak testovaný subjekt stratil motiváciu a prestal odpovedať, sedenie bolo ukončené. Vo väčšina prípadov bol subjekt testovaný jeden krát za deň. V niektorých prípadoch, keď subjekt vykazoval vysokú motiváciu pokračovať v testovaní, sedenie sa opakovalo. V prípade, že mal príliš nízku

motiváciu k testovaniu a opakovane odbiehal od testovacej aparatury bolo testovanie prerušené pred dosiahnutím 20 expozícií. Počas každého testovania experimentátor ukryl odmenu pod jednu z dvoch alebo troch misiek, vykonal manipulácie špecifické pre každú úlohu a prisunul všetky misky smerom ku voliére. To bol signál pre makaka, aby vykonal voľbu misky. Po tom ako makak zvolil jednu z misiek, bez ohľadu na to, či bola voľba správna alebo nesprávna, experimentátor pomocou zvončeka na aparatúre vydal zvukový signál a odobral ostatné misky z aparatury. Testovaný subjekt tak mal možnosť vykonať len jednu voľbu pri každej expozícii – *vid' obr. č. 6*. Zvukový signál bol do úlohy zavedený kvôli plánovaným experimentom týkajúcich sa sociálnej kognície.



Obr. č. 6 – Testovaný subjekt (Attila) volí jednu z troch misiek.

Autor: Michal Gálik, April 2014

Ak boli v jeden deň testovaní obaja jedinci, najprv absolvoval pokus dominantný jedinec Attila. Počas testovania boli obaja jedinci prítomní vo voliére a iba Attila mal prístup k pokusnej aparatúre. Počas testovania submisívneho jedinca Pucka bol Attila premiestnený do vedľajšej transportnej voliéry, aby nemohol brániť Puckovi v prístupe k pokusnej aparatúre. S testovanými jedincami pracovali dvaja experimentátori. Nasledujúca *tabuľka č. 2* s popisom predstavuje všetky testovacie úlohy, ktoré jednotlivé testovacie subjekty absolvovali. Každé úlohe bol pre lepšiu orientáciu priradený jednotný názov.

Tabuľka č. 2 – Jednotlivé testovacie fázy v pokuse na schopnosť stálosti objektu s počtom sedení u každého testovaného subjektu.

FÁZA	POČET SEDENÍ	
	Attila	Puck
Úlohy na 5. štádium schopnosti stálosti objektu:		
Dve misky – Stabilné	2	3
Dve misky - Pohyb	6	7 (+5) ⁴
Dve rovnaké misky - Pohyb	3	3
Tri misky - Stabilné	3	13
Tri misky - Pohyb	5	13 (+4)
Tri rovnaké misky - Pohyb	3	-
Postupná viditeľná úloha	3	-
Úlohy na 6. štádium schopnosti stálosti objektu:		
Jednoduché neviditeľné premiestnenie I.	6	-
Postupné neviditeľné premiestnenie I.	5	-
Jednoduché neviditeľné premiestnenie II.	3	10
Postupné neviditeľné premiestnenie II.	3	2
Kontrolné úlohy:		
Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Veľké misky	1	-
Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Otvorené misky	2	-
Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Pachové stopy	1	-
Postupné neviditeľné premiestnenie I. - Tri opakovania	2	-
Tri misky - Pohyb – Dve opakovania	3	-
Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Otvorené misky	-	2
Tri misky – Pohyb – Pachové stopy	-	1
Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Nezdvihnutá miska	3	2
Postupné neviditeľné premiestnenie II. – Rovnaká miska	1	1
Utajené ukrytie	1	1
Učenie farby	2	2

Jednotlivé testovacie fázy sú schematicky zobrazené v *prílohe č. 1*. Vzorové video s nahrávkami z jednotlivých fáz je priložené v práci na CD.

⁴ Číslo v zátvorke predstavuje sedenia, ktoré boli introdukované v neskorších fázach testovania. Slúžili na to, aby zvýšili motiváciu testovaného subjektu (Pucka) riešiť zložitejšie úlohy.

Úlohy na 5. štádium schopnosti stálosti objektu:

- **Dve misky – Stabilné:** Odmena bola ukrytá pod jednu z dvoch rôznofarebných misiek.
- **Dve misky – Pohyb:** Odmena bola ukrytá pod jednu z dvoch rôznofarebných misiek a experimentátor následne zamiešal obidve misky.
- **Dve rovnaké misky – Pohyb:** Úloha bola rovnaká ako predchádzajúca, ale s použitím dvoch misiek rovnakej farby.
- **Tri misky – Stabilné:** Odmena bola ukrytá pod jednu z troch rôznofarebných misiek. V úlohe boli použité dve stredne veľké misky a jedna malá miska.
- **Tri misky – Pohyb:** Odmena bola ukrytá pod jednu z troch rôznofarebných misiek a experimentátor následne zamiešal všetky tri misky. V úlohe boli použité dve stredne veľké misky a jedna malá miska.
- **Tri rovnaké misky – Pohyb:** Úloha bola rovnaká ako predchádzajúca, ale s použitím dvoch misiek rovnakej farby a jednej malej čiernej misky.
- **Postupná viditeľná úloha:** Odmena bola postupne ukrytá pod tri misky a bola ponechaná v poslednej navštívenej miske. Experimentátor následne zamiešal všetky tri misky. V úlohe boli použité dve stredne veľké misky a jedna malá miska.

Úlohy na 6. štádium schopnosti stálosti objektu:

- **Jednoduché neviditeľné premiestnenie I.:** Odmena bola ukrytá v malej čiernej miske. Čierna miska aj s odmenou bola následne ukrytá pod jednu z dvoch rôznofarebných stredne veľkých misiek.
 - **A:** Malá miska bola odstránená spod veľkej, pričom odmena ostala pod stredne veľkou miskou a subjektu bola ukázaná prázdna malá miska. Experimentátor následne všetky tri misky zamiešal. Správna voľba = stredne veľká miska, pod ktorú bola ukrytá malá čierna miska.
 - **B:** Malá miska bola odstránená spod stredne veľkej misky aj s odmenou a subjektu bola ukázaná odmena pod malou miskou. Experimentátor následne všetky tri misky zamiešal. Správna voľba = malá čierna miska
 - Pomer A:B ~ 2:1

- Neviditeľné premiestnenia prebiehali opatrným naklonením stredne veľkej misky na prednej hrane a vložením alebo vytiahnutím malej čiernej misky zo zadnej strany aparatury, tak aby subjekt nemohol vidieť, či odmena ostala pod malou alebo stredne veľkou miskou. Celý proces zároveň zakrývala pravá experimentátorova ruka. Rovnaký postup bol používaný pri všetkých neviditeľných premiestneniach.
- **Postupné neviditeľné premiestnenie I.:** Odmena bola ukrytá v malej čiernej miske. Následne bola čierna miska aj s odmenou ukrytá pod jednu z dvoch rôznofarebných stredne veľkých misiek.
 - **A:** Malá miska bola odstránená spod stredne veľkej, pričom odmena ostala pod stredne veľkou miskou a subjektu bola ukázaná prázdna malá miska. Malá prázdna miska bola ukrytá pod druhou stredne veľkou miskou a následne odstránená, pričom subjektu bola ukázaná prázdna malá miska. Experimentátor následne všetky tri misky zamiešal. Správna voľba = prvá stredne veľká miska.
 - **B:** Malá miska s odmenou bola odstránená spod stredne veľkej misky a subjektu bolo ukázané, že odmena sa stále nachádza pod malou miskou. Malá miska s odmenou bola ukrytá pod druhú stredne veľkú miskú a následne bola odstránená, pričom odmena ostala pod druhou stredne veľkou miskou. Subjektu bola ukázaná prázdna malá miska. Experimentátor následne všetky tri misky zamiešal. Správna voľba = druhá stredne veľká miska.
 - **C:** Malá miska s odmenou bola odstránená spod stredne veľkej misky a subjektu bolo ukázané, že odmena sa stále nachádza pod malou miskou. Malá miska s odmenou bola ukrytá pod druhú stredne veľkú miskú a následne aj s odmenou odstránená. Subjektu bolo ukázané, že odmena sa stále nachádza pod malou čiernou miskou. Experimentátor následne všetky tri misky zamiešal. Správna voľba = malá čierna miska.
 - Pomer A:B:C ~ 1:1:1
- **Jednoduché neviditeľné premiestnenie II.:** Odmena bola ukrytá v malej čiernej miske. Čierna miska aj s odmenou bola následne ukrytá pod jednu z dvoch rôznofarebných stredne veľkých misiek.
 - **A:** Malá miska bola odstránená spod stredne veľkej, pričom odmena ostala pod stredne veľkou miskou. Experimentátor následne ukázal subjektu prázdnu malú miskú a všetky

tri misky zamiešal. Správna voľba = stredne veľká miska, pod ktorú bola ukrytá malá čierna miska.

- **B:** Malá miska bola odstránená spod stredne veľkej aj s odmenou a subjektu bolo ukázané, že veľká miska ostala prázdna. Experimentátor následne všetky tri misky zamiešal. Správna voľba = malá čierna miska.
- Pomer A:B ~ 2:1
- **Postupné neviditeľné premiestnenie II.:** Odmena bola ukrytá v malej čiernej miske. Následne bola čierna miska aj s odmenou ukrytá pod jednu z dvoch rôznofarebných stredne veľkých misiek.
 - **A:** Malá miska bola odstránená spod stredne veľkej, pričom odmena ostala pod stredne veľkou miskou a subjektu bola ukázaná prázdna malá miska. Malá prázdna miska bola ukrytá pod druhou stredne veľkou miskou a následne odstránená. Subjektu bola ukázaná prázdna druhá stredne veľká miska. Experimentátor následne všetky tri misky zamiešal. Správna voľba = prvá stredne veľká miska.
 - **B:** Malá miska s odmenou bola odstránená spod stredne veľkej misky a subjektu bolo ukázané, že odmena neostala pod prvou stredne veľkou miskou. Malá miska s odmenou bola ukrytá pod druhú stredne veľkú miskú a následne bola odstránená, pričom odmena ostala pod druhou stredne veľkou miskou. Subjektu bola ukázaná prázdna malá miska. Experimentátor následne všetky tri misky zamiešal. Správna voľba = druhá stredne veľká miska.
 - **C:** Malá miska s odmenou bola odstránená spod stredne veľkej misky a subjektu bolo ukázané, že odmena neostala pod prvou stredne veľkou miskou. Malá miska s odmenou bola ukrytá pod druhú stredne veľkú miskú a následne aj s odmenou odstránená. Subjektu bolo ukázané, že odmena neostala pod druhou stredne veľkou miskou. Experimentátor následne všetky tri misky zamiešal. Správna voľba = malá čierna miska.
 - Pomer A:B:C ~ 1:1:1

Kontrolné úlohy:

- **Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Veľké misky:** Rovnaké ako postupné neviditeľné premiestnenie I., ale namiesto dvoch stredne veľkých misiek boli použité dve veľké misky s priemerom 10 cm. Sedenie slúžila ako kontrola, či subjekt dokáže pracovať aj s mierne modifikovanou úlohou.
- **Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Otvorené misky:** Rovnaké ako postupné neviditeľné premiestnenie I., ale s použitím dvoch stredne veľkých misiek, v ktorých boli zo zadnej časti vyrezané otvory. Týmto spôsobom bolo možné malú čiernu misku vkladať a odstraňovať bez toho, aby musela byť stredne veľká miska naklápaná na prednú hranu. Táto úloha slúžila ako kontrola, či sa subjekt nemohol riadiť inými zmyslovými stopami pri naklápaní stredne veľkej misky v štandardných premiestneniach.
- **Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Pachové stopy:** Rovnaké ako postupné neviditeľné premiestnenie I., ale v tomto prípade boli všetky použité misky označené pachovou stopou odmeny. Táto úloha slúžila ako kontrola, či sa subjekt nemohol v predošlých úlohách riadiť pachovou stopou odmeny.
- **Postupné neviditeľné premiestnenie I. - Tri opakovania:** Rovnaké ako postupné neviditeľné premiestnenie I., ale v tomto prípade skončila odmena vždy tri krát po sebe v rovnakej miske a lokalite. V testovacích úlohách si subjekt mohol osvojiť alternatívnu stratégiu nevoliť misku, v ktorej bola odmena v poslednom sedení. Táto úloha preto slúžila ako kontrola proti alternácii misiek.
- **Tri misky - Pohyb – Dve opakovania:** Rovnaké ako tri misky – pohyb, ale v tomto prípade bola odmena vždy dvakrát po sebe schovaná v rovnakej miske a lokalite. Opakovaní bolo spolu 12 (z 20 sedení) a medzi opakovaniami bola odmena raz ukrytá v odlišnej miske a lokalite. Táto úloha slúžila (podobne ako predošlá kontrolná úloha) ako kontrola proti alternácii misiek.
- **Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Otvorené misky:** Rovnaké ako jednoduché neviditeľné premiestnenie II., ale s použitím dvoch stredne veľkých misiek, v ktorých boli zo zadnej časti spravené otvory na vkladanie a odstraňovanie malej čiernej misky.
- **Tri misky – Pohyb – Pachové stopy:** Rovnaké ako 3 misky – Pohyb, ale v tomto prípade boli všetky použité misky označené pachovou stopou odmeny.

- **Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Nezdvihnutá miska:** Podobné ako jednoduché neviditeľné premiestnenie II., ale v tejto úlohe nebola ukázaná žiadna prázdna miska. Subjekt nemal k dispozícii nepriamu informáciu o pozícii odmeny, tá mohla ostať pod jednou z dvoch manipulovaných misiek. V tejto kontrolnej úlohe sa subjekt nemohol riadiť mentálnou reprezentáciou objektu a preto, ak nevyužíval iné alternatívne stratégie riešenia úlohy, tak by mal mať nižšiu úspešnosť ako v jednoduchom neviditeľnom premiestnení II. Táto úloha slúži ako kontrola pre úlohu s jednoduchým neviditeľným premiestnením.
- **Postupné neviditeľné premiestnenie II. – Rovnaká miska:** Podobný postup ako v postupnom neviditeľnom premiestnení II., ale v tejto úlohe nebola odmena postupne neviditeľne ukrytá pod dve rôzne stredne veľké misky, ale dvakrát po sebe do tej istej stredne veľkej misky. Táto úloha slúžila ako kontrola, v ktorej boli v priebehu sedenia ukázané všetky tri misky prázdne (po prvom premiestnení ukázané dve prázdne misky a po druhom premiestnení ukázaná tretia prázdna miska). Subjekt sa teda nemohol riadiť stratégiou – vybrať misku, ktorá behom sedenia nebola ukázaná prázdna. Táto úloha slúži ako kontrola pre úlohu s postupným neviditeľným premiestnením.
- **Utajené ukrytie:** V prvom kroku bola aparátúra zakrytá doskou, aby subjekt nemal výhľad ani na jednu misku. Odmena bola utajene ukrytá pod jednu z troch misiek. Následne bola doska odstránená a subjektu boli ukázané dve prázdne misky. Odmena ostala pod treťou nezdvihnutou miskou. Táto úloha slúžila (podobne ako predošlá úloha) ako kontrola pre úlohu s postupným neviditeľným premiestnením, či sa subjekt neriadi stratégiou voliť misku, ktorá nebola ukázaná prázdna.
- **Učenie farby:** Aparátúra bola zakrytá doskou a odmena bola ukrytá v každom sedení do tmavej misky (svetlá a malá čierna miska ostali prázdne). Následne bola doska odstránená a subjekt mohol voliť misku bez toho, aby mu bola nejaká miska ukázaná prázdna. Táto kontrolná úloha zisťovala ako rýchlo sa opica dokáže naučiť jednoduché pravidlo, že odmena je vždy v miske s rovnakou farbou.

** Pred tým než dostal subjekt možnosť odpovedať boli vo všetkých úlohách (okrem 'Dve misky – Stabilné' a 'Tri misky – Stabilné') misky navzájom zamiešané. Tým sa vylúčila možnosť, aby sa subjekt riadil stratégiami typu – hľadať v poslednej manipulovanej miske alebo hľadať pod miskou, s ktorou nebolo manipulované.*

Kritéria na postup do ďalšej fázy sa u oboch jedincov líšili. Subjekt Attila pokročil do ďalšej fázy, ak dosiahol úspešnosť nad 75% aspoň v troch po sebe idúcich sedeniach. V niektorých prípadoch bolo týchto sedení viac a slúžili ako tréning pre upevnenie manipulácie s miskami. U Pucka bolo problematickejšie určiť jednotné kritérium úspešnosti, pretože jeho úspešnosť bola značne kolísavá a celkovo nižšia ako u Attilu. Vo väčšine prípadov platilo rovnaké kritérium ako u Attilu. V prípadoch, v ktorých mal Puck príliš kolísavú úspešnosť a nebol schopný toto kritérium dosiahnuť sme použili kritérium, v ktorom musel aspoň v 3 z 5 po sebe nasledujúcich sedeniach dosiahnuť 60% úspešnosť. Pri poklese motivácie a nedostatku pozornosti sa Puck vrátil k predošlej testovacej fáze. V úlohe s postupným neviditeľným premiestnením II. nemusel dosiahnuť žiadne kritérium, pretože sa jednalo o poslednú testovaciu fázu na 6. štádium schopnosti stálosti objektu. V kontrolných úlohách neboli uplatňované kritéria úspešnosti, pretože ich cieľom bolo zistiť akú úspešnosť subjekt dosiahne v prvých sedeniach.

Niektoré úlohy sa u oboch testovaných jedincov do určitej miery líšili. Dôvodom bol nerovnomerný postup jednotlivých makakov, rozličná motivácia k riešeniu úloh a tiež zdokonaľovanie série testovacích úloh. Misky sa objavovali v troch rôznych pozíciách – v ľavej, centrálnej a pravej pozícií. Pozícia aj farba misky s odmenou boli náhodne variované.

Pre štatistické porovnanie úspešností v dvoch fázach sme použili Chí-kvadrát test, a v prípade, že počet očakávaných pozorovaní v niektorej zo 4 buniek kontingenčnej tabuľky bol menší alebo rovný 5 sme použili Fisherov exaktný test. Ak obsahovala fáza viac ako 3 sedenia, pri analýze boli použité prvé alebo posledné 3 sedenia (podľa toho, ktorý prechod sme skúmali). Ak obsahovala fáza 3 alebo menej sedení, pri analýze boli použité všetky sedenia tejto fázy. Pri štatistických analýzach sme ako hladinu významnosti použili hodnotu 0,05.

5 VÝSLEDKY

Jednotlivé sedenia boli nahrávané na kameru a všetky potrebné informácie boli získané analýzou videa a zaznamenávané do tabuľky. Ak sa pri analýze videa zistilo, že subjekt nevenoval pozornosť ukrývaniu objektu, tak bola daná expozícia vylúčená z vyhodnocovania sedenia. Hodnotili sme úspešnosť ako pomer úspešných volieb ku všetkým expozíciám behom jedného sedenia. Ďalej sme analyzovali percentuálne zastúpenie jednotlivých stratégií, ktoré bolo možné použiť pri riešení úlohy. Výsledky sú prezentované pre každého testovaného makaka zvlášť. *Tabuľka č. 3, graf. č. 1 a graf č. 7* zobrazujú úspešnosť testovaných subjektov v jednotlivých fázach.

Tabuľka č. 3 – Úspešnosť (v zátvorke uvedený počet úspešných odpovedí k celkovému počtu expozícií v jednom sedení) jednotlivých sedení v každej fáze u oboch testovaných subjektov. Tabuľka (na rozdiel od grafov) obsahuje aj informáciu o počte expozícií v jednom sedení, ktorá vypovedá o motivácii jedinca k testovaniu.

FÁZA	ÚSPEŠNOSŤ	
	Attila	Puck
Úlohy na 5. štádium schopnosti stálosti objektu:		
Dve misky – Stabilné	94,44% (17/18)	80,00% (8/10)
	93,75% (15/16)	85,71% (6/7)
		80,00% (16/20)
Dve misky – Pohyb	80,00% (8/10)	20,00% (4/20)
	50,00% (10/20)	55,00% (11/20)
	88,89% (16/18)	65,00% (13/20)
	80,00% (16/20)	58,82% (10/17)
	75,00% (15/20)	80,00% (16/20)
	75,00% (15/20)	95,00% (19/20)
		85,00% (17/20)
		55,00% (11/20) ⁵
		70,00% (14/20)
		90,48% (19/21)
Dve rovnaké misky - Pohyb	90,00% (18/20)	85,00% (17/20)
	100,00% (20/20)	95,00% (19/20)
	95,00% (19/20)	95,00% (19/20)

⁵ Sedenia označené sivou farbou a kurzívou boli introdukované v chronologicky neskorších a komplexnejších fázach testovania. Slúžili na to, aby zvýšili motiváciu testovaného subjektu (Pucka) riešiť zložitejšie úlohy.

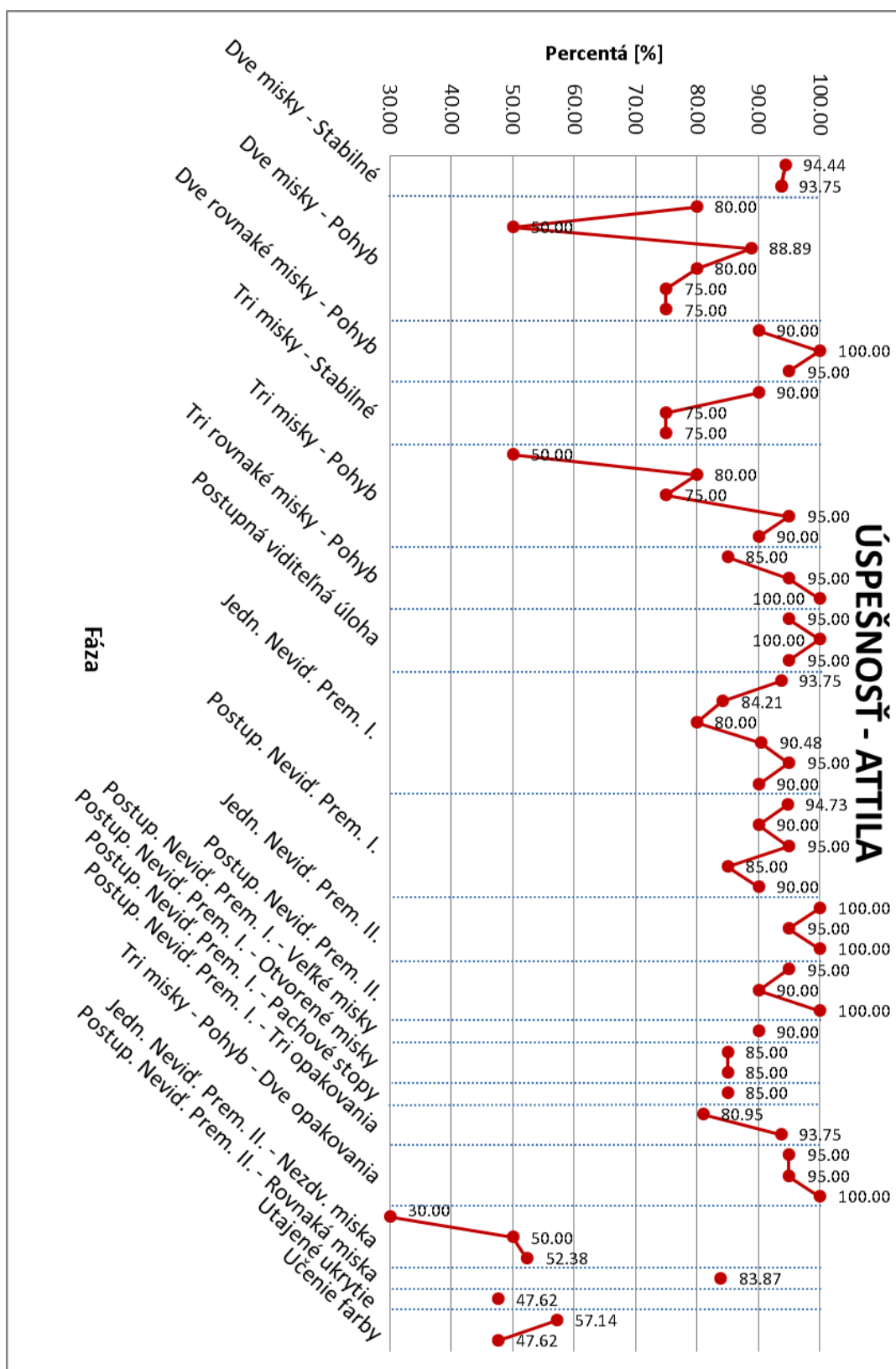
Triisky - Stabilné	90,00% (18/20)	45,00% (9/20)
	75,00% (15/20)	75,00% (15/20)
	75,00% (15/20)	70,00% (14/20)
		65,00% (13/20)
		40,00% (8/20)
		80,00% (16/20)
		75,00% (15/20)
		80,00% (16/20)
		53,85% (7/13)
		90,00% (18/20)
Triisky – Pohyb		80,00% (16/20)
	50,00% (10/20)	63,16% (12/19)
	80,00% (16/20)	29,17% (7/24)
	75,00% (15/20)	60,00% (12/20)
	95,00% (19/20)	80,00% (16/20)
	90,00% (18/20)	75,00% (15/20)
		64,00% (16/25)
		90,00% (18/20)
		73,91% (17/23)
		80,00% (16/20)
Tri rovnakéisky - Pohyb		75,00% (15/20)
	85,00% (17/20)	80,00% (16/20)
	95,00% (19/20)	65,00% (13/20)
	100,00% (20/20)	90,00% (18/20)
		55,00% (11/20)
		55,00% (11/20)
		75,00% (15/20)
		85,00% (17/20)
		-
		-
Postupná viditeľná úloha	95,00% (19/20)	-
	100,00% (20/20)	-
	95,00% (19/20)	-
Úlohy na 6. štádium schopnosti stálosti objektu:		
Jednoduché neviditeľné premiestnenie I.	93,75% (15/16)	-
	84,21% (16/19)	-
	80,00% (16/20)	-
	90,48% (19/21)	-
	95,00% (19/20)	-
	90,00% (18/20)	-
Postupné neviditeľné premiestnenie I.	94,73% (18/19)	-
	90,00% (18/20)	-
	95,00% (19/20)	-
	85,00% (17/20)	-
	90,00% (18/20)	-
Jednoduché neviditeľné premiestnenie II.	100,00% (20/20)	80,00% (12/15)
	95,00% (19/20)	45,00% (9/20)

	100,00% (20/20)	65,22% (15/23) 50,00% (10/20) 55,56% (10/18) 47,06% (8/17) 29,41% (5/17) 62,86% (22/35) 72,00% (18/25) 62,50% (10/16)
Postupné neviditeľné premiestnenie II.	95,00% (19/20) 90,00% (18/20) 100,00% (20/20)	56,67% (17/30) 75,00% (24/32)
Kontrolné úlohy:		
Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Veľké misky	90,00% (18/20)	-
Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Otvorené misky	85,00% (17/20) 85,00% (17/20)	-
Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Pachové stopy	85,00% (17/20)	-
Postupné neviditeľné premiestnenie I. - Tri opakovania	80,95% (34/42) 93,75% (45/48)	-
Tri misky - Pohyb – Dve opakovania	95,00% (19/20) 95,00% (19/20) 100,00% (20/20)	-
Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Otvorené misky	-	80,77% (21/26) 66,67% (16/24)
Tri misky – Pohyb – Pachové stopy	-	72,92% (35/48)
Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Nezdvihnutá miska	30,00% (3/10) 50,00% (5/10) 52,38% (11/21)	26,67% (4/15) 47,62% (10/21)
Postupné neviditeľné premiestnenie II. – Rovnaká miska	83,87% (26/31)	73,34% (22/30)
Utajené ukrytie	47,62% (10/21)	47,62% (10/21)
Učenie farby	57,14% (12/21) 47,62% (10/21)	33,34% (7/21) 38,10% (8/21)

Jednotlivé fázy sa u oboch testovaných subjektov čiastočne líšili a počas experimentu sa ukázali individuálne rozdiely medzi subjektmi v rýchlosti zvládnutia tréningových fáz a v motivácii k testovaniu. Pre lepšiu prehľadnosť preto budú výsledky v tejto práci uvedené pre každého jedinca v samostatnej podkapitole.

5.1 ATTILA

Graf č. 1 – Úspešnosť Attilu vo všetkých testovaných fázach.



Attila od začiatku experimentu vykazoval vysokú motiváciu k riešeniu jednotlivých úloh. V poslednej úlohe tréningovej fázy na 5. štádium schopnosti stálosti objektu – ‘Postupnej viditeľnej úlohe’ vykazoval stabilne vysokú úspešnosť odpovedí, ktorá bola signifikantne odlišná od stratégie, v ktorej by medzi tromi miskami volil náhodne (Fisherov exaktný test, p -hodnota $< 0,005$). Tréningová fáza experimentu pozostávala z 25 sedení.

Pri prechode z poslednej fázy na 5. štádium schopnosti stálosti objektu – ‘Postupná viditeľná úloha’ na prvú fázu úloh na 6. štádium schopnosti stálosti objektu – ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie I.’ nevykazoval signifikantnú zmenu úspešnosti (Fisherov exaktný test, p -hodnota = 0.09191). Po introdukovaní neviditeľných premiestnení si v úlohách ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie I.’ (Chí-kvadrát test = 44.6464, p -hodnota $< 0,005$), ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II.’ (Fisherov exaktný test, p -hodnota $< 0,005$), ‘Postupné neviditeľné premiestnenie I’ (Chí-kvadrát test = 67.3093, p -hodnota $< 0,005$) a ‘Postupné neviditeľné premiestnenie II’ (Fisherov exaktný test, p -hodnota $< 0,005$) udržal signifikantnú úroveň úspešných odpovedí oproti stratégií, v ktorej by medzi tromi miskami volil náhodne.

Úspešnosť v posledných troch sedeniach v úlohe ‘Postupné neviditeľné premiestnenie I.’ sa signifikantne nelíšila od úspešnosti v kontrolných úlohách - ‘Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Veľkéisky’ (Fisherov exaktný test, p -hodnota = 1), ‘Postupné neviditeľné premiestnenie – Otvorenéisky I.’ (Chí-kvadrát test = 0.1933, p -hodnota = 0.6602), ‘Postupné neviditeľné premiestnenie – Pachové stopy I.’ (Fisherov exaktný test, p -hodnota = 0.6836) a ‘Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Tri opakovania’ (Chí-kvadrát test = 0.0249, p -hodnota = 0.8747). Úspešnosť v posledných troch sedeniach úlohy ‘Triisky - Pohyb’ sa signifikantne nelíšila od kontrolnej úlohy ‘Triisky – Pohyb – Dve opakovania (Chí-kvadrát test = 2.7273, p -hodnota = 0.09865)’ a úspešnosť v úlohe ‘Postupné neviditeľné premiestnenie II’ sa signifikantne nelíšila od kontrolnej úlohy ‘Postupné neviditeľné premiestnenie II – Rovnaká miska’ (Fisherov exaktný test, p -hodnota = 0.1158).

V kontrolnej úlohe ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II – Nezdvihnutá miska’, v ktorej bolo subjektu znemožnené riadiť sa schopnosťou stálosti objektu, sa objavil výrazný pokles v úspešnosti oproti úspešnosti v úlohe s jednoduchým neviditeľným premiestnením II. Úspešnosti v týchto úlohách sa signifikantne líšili (Fisherov exaktný test – p -hodnota $< 0,005$).

Pri úlohe 'Jednoduché neviditeľné premiestnenie II.' Attila dosahoval vysokú úspešnosť signifikantne odlišnú od stratégie, v ktorej by volil náhodne jednu z dvoch splynutých misiek⁶ (Fisherov exaktný test, p -hodnota $< 0,005$). Pri kontrolnej úlohe, v ktorej sa nemohol riadiť stratégiou stálosti objektu, nebola jeho úspešnosť signifikantne odlišná od stratégie voliť náhodne jednu z dvoch splynutých misiek (Chí-kvadrát test = 0.0122, p -hodnota = 0.912).

Podobne to bolo aj pri úlohách s postupným neviditeľným premiestnením II. a kontrolnej úlohe 'Utajené ukrytie'. Úspešnosť Attilu v týchto úlohách sa signifikantne líšila (Fisherov exaktný test – p -hodnota $< 0,005$). Pri úlohách s postupným neviditeľným premiestnením Attila dosahoval vysokú úspešnosť signifikantne odlišnú od stratégie, v ktorej by volil náhodne jednu z troch misiek (Fisherov exaktný test – p -hodnota $< 0,005$). Pri kontrolnej úlohe, v ktorej sa nemohol riadiť stratégiou stálosti objektu, nebola jeho úspešnosť signifikantne odlišná od stratégie voliť náhodne jednu z troch misiek (Chí-kvadrát test = 0.3953, p -hodnota = 0.5295).

Aby sme vylúčili možnosť, že subjekt využíval pri riešení neviditeľných premiestnení jednoduché asociatívne pravidlá, vytvorili sme grafy, v ktorých je zobrazené percentuálne zastúpenie jednotlivých alternatívnych stratégií pri úlohách s jednoduchým neviditeľným (vid' graf č. 2) a postupným neviditeľným premiestnením (vid' graf č. 3).

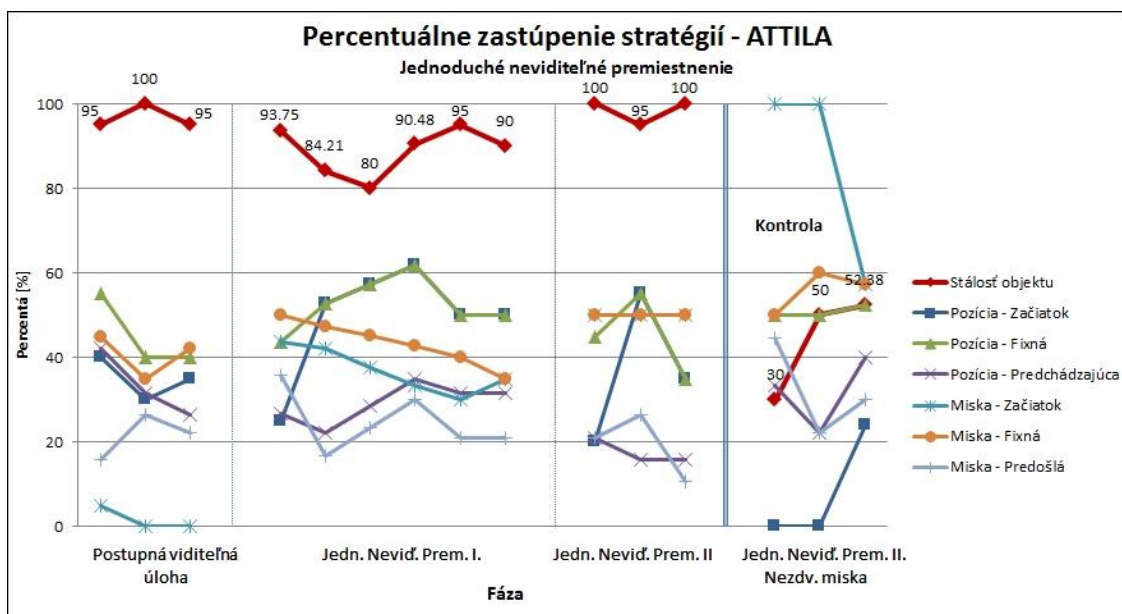
Hodnoty vyznačené červenou farbou sú totožné s úspešnosťou v danom sedení a predstavujú stratégiu, ktorú subjekt používal v jednotlivých sedeniach. Túto stratégiu sme pomenovali ako 'stálosť objektu', pretože použitím tejto stratégie by subjekt vždy prišiel v úlohách k správnej voľbe (okrem niektorých kontrolných úloh, pri ktorých je explicitne zdôraznené, že stálosť objektu nie je možné použiť). V mnohých prípadoch sa však môžu jednotlivé stratégie prekrývať, pretože v niektorých prípadoch môže byť jedna stratégia podmnožinou inej, v iných prípadoch vedie niekoľko rôznych stratégií v danej expozícii ku správnej voľbe. Pre presnejšiu analýzu používaných stratégií sme preto použili sériu kontrolných sedení, ktoré určité stratégie vylučujú.

Hodnoty vyznačené ostatnými farbami predstavujú rôzne jednoduché asociatívne stratégie, ktoré sa vzťahujú na špecifický výber misky alebo pozície. Tieto stratégie

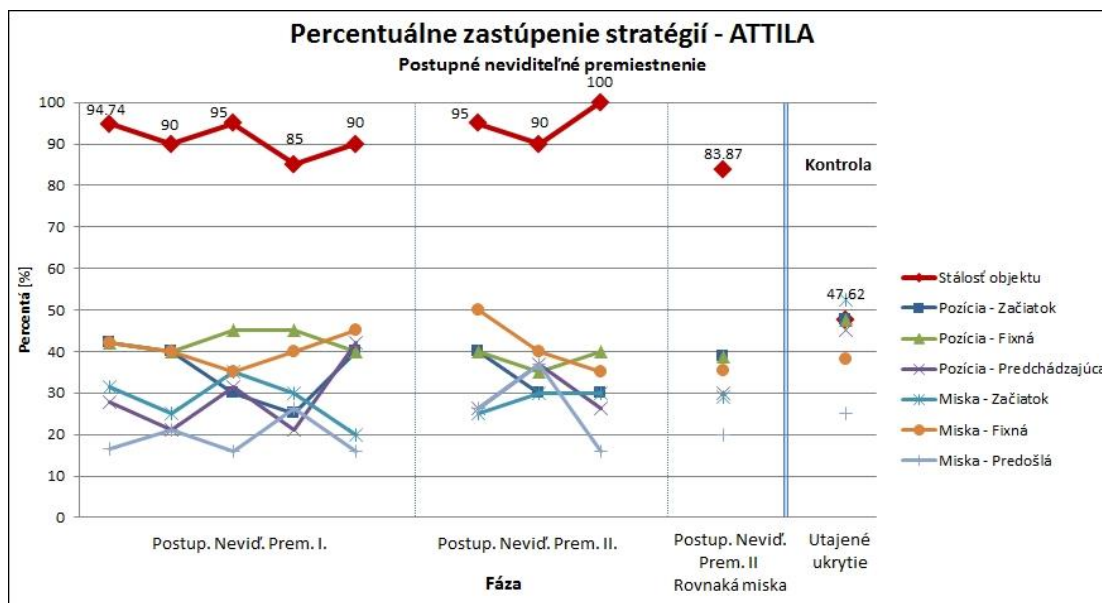
⁶ Výsledky ukázali, že Attila pri úlohách s jednoduchým neviditeľným premiestnením volil stratégiu vybrať jednu z dvoch splynutých misiek. Táto stratégia je popísaná ďalej v tejto kapitole.

zahŕňajú: výber pozície, v ktorej bola odmena uložená do jednej z misiek na začiatku expozície pred manipuláciou s miskami; výber fixnej pozície bez ohľadu na manipuláciu s miskami; výber pozície, v ktorej odmena skončila v predošlej expozícii; výber misky, do ktorej bola odmena uložená na začiatku expozície pred manipuláciou s miskami; výber fixnej misky bez ohľadu na pozíciu; výber misky, v ktorej odmena skončila v predošlej expozícii. Pri stratégiách s fixnou miskou alebo pozíciou je použitá najvyššia hodnota z troch možných hodnôt, tj. ide o pomer expozícií s najčastejšie volenou fixnou miskou alebo pozíciou k celkovému počtu expozícií v danom sedení.

Graf č. 2 – Percentuálne zastúpenie použitých stratégií pri úlohách s jednoduchým neviditeľným premiestnením u Attilu.



Graf č. 3 - Percentuálne zastúpenie použitých stratégií pri úlohách s postupným neviditeľným premiestnením u Attilu.

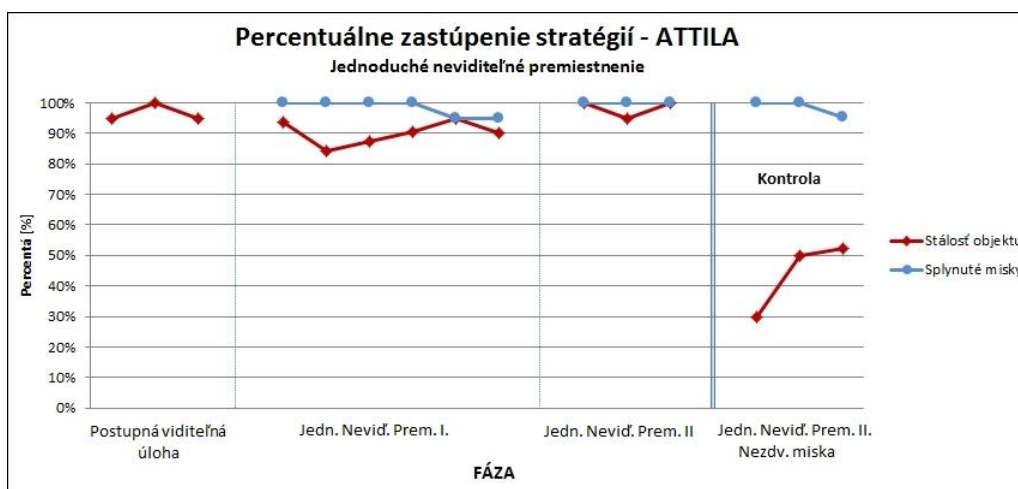


Popis grafu č. 2 a grafu č. 3 – Hodnoty zobrazené červenou farbou sú totožné s úspešnosťou v danom sedení a predstavujú percentuálne použitie stratégie ‘stálosť objektu’. Hodnoty vyznačené ostatnými farbami predstavujú rôzne jednoduché asociatívne stratégie. Posledné sedenie v grafe znázorňuje kontrolné sedenie, v ktorom subjekty nemohli využívať schopnosť stálosti objektu.

Grafy ukazujú, že žiadna z jednoduchých asociatívnych stratégií nevysvetľuje stratégiu, ktorú Attila využíval pri jednoduchých a postupných neviditeľných premiestneniach. Pri kontrolnej úlohe ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Nezdvihnutá miska’, v ktorej mu bolo znemožnené používať stratégiu schopnosti stálosti objektu (nebola mu ukázaná žiadna z dvoch manipulovaných misiek prázdna), Attila vo všetkých expozíciách v prvých dvoch sedeniach používal stratégiu voliť misku, do ktorej bola odmena ukrytá na začiatku expozície – tj. misku, v ktorej odmena naposledy zmizla. Pri poslednom sedení od tejto stratégie upustil a striedal niekoľko rôznych stratégií. V úlohe ‘Utajené ukrytie’, v ktorej nebolo možné riadiť sa stratégiou schopnosti stálosti objektu, klesla jeho úspešnosť pod 50% a žiadna z jednoduchých asociatívnych stratégií v sedení neprevládala.

Pri jednoduchom neviditeľnom premiestnení bola malá miska umiestnená pod jednu zo stredne veľkých misiek a následne odstránená. Túto udalosť označíme ako splnutie misiek. Pri úlohách s jednoduchým neviditeľným premiestnením sme preto vyhodnotili aj percentuálne zastúpenie stratégie, v ktorej Attila volí jednu z dvoch splnutých misiek – *vid' graf č. 4*. Pri postupnom neviditeľnom premiestnení je táto stratégia nepodstatná, pretože pri manipulácii splynuli obidve stredne veľké misky s malou miskou.

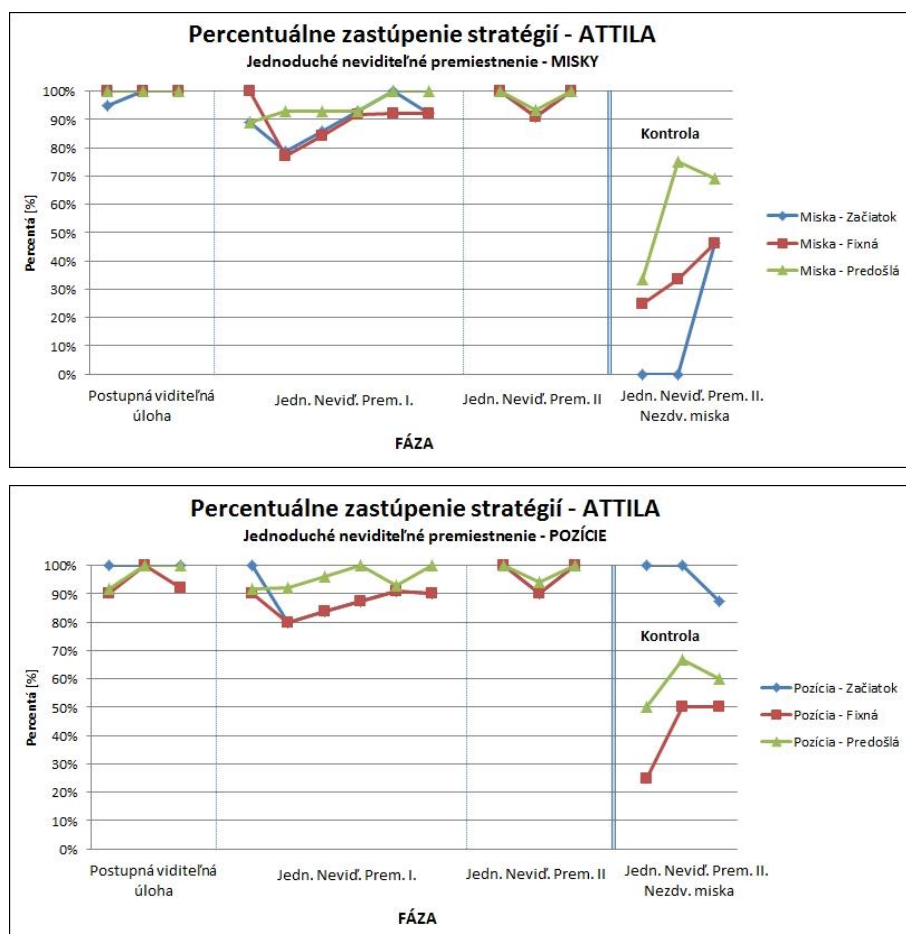
Graf č. 4 - Percentuálne zastúpenie dvoch stratégií pri úlohách s jednoduchým neviditeľným premiestnením u Attilu. Hodnoty označené červenou farbou znázorňujú percentuálne zastúpenie stratégie – ‘stálosť objektu’ a modré hodnoty znázorňujú stratégiu, v ktorej volil jednu zo splnutých misiek.



Stratégia ‘stálosť objektu’ a voľba jednej zo splnutých misiek do určitej miery navzájom splývajú, pretože ak subjekt volí podľa stratégie stálosti objektu, tým zároveň volí jednu zo splnutých misiek. Analýza výsledkov ukázala, že Attila vo všetkých úlohách využíval stratégiu voliť jednu z dvoch splnutých misiek. Túto stratégiu využíval aj pri kontrolnej úlohe, v ktorej bolo subjektu znemožnené riadiť sa mentálnou reprezentáciou objektu. V predošlom *grafe č. 2* sme už zistili, že v prvých dvoch sedeniach kontrolnej úlohy používal kognitívnu stratégiu hľadať odmenu v miske, v ktorej zmizla na začiatku. Táto stratégia je podmnožinou stratégie voliť jednu z dvoch splnutých misiek. Ak sme Attilovu stratégiu v úlohách s jednoduchým neviditeľným premiestnením I. a II. porovnávali so stratégiou voliť náhodne jednu z dvoch splnutých misiek, jeho úspešnosť stále dosahovala signifikantne vysokú úroveň (Fisherov exaktný test, p -hodnota $< 0,005$).

V niektorých expozíciách sa stratégia stálosti objektu prekrýva s inou jednoduchou asociatívnou stratégiou (napr. ak subjekt správne našiel odmenu pod hnedou miskou, riadil sa stratégiou stálosti objektu a zároveň stratégiou - fixná hnedá miska). Pre jednotlivé sedenia s jednoduchým neviditeľným premiestnením boli preto zostavené grafy, ktoré porovnávajú vždy stratégiu stálosti objektu s inou jednoduchou asociatívnou stratégiou – *vid' graf č. 5 a graf č. 6*. Z analýzy boli vylúčené tie expozície, v ktorých viedli obidve stratégie k rovnakej odpovedi.

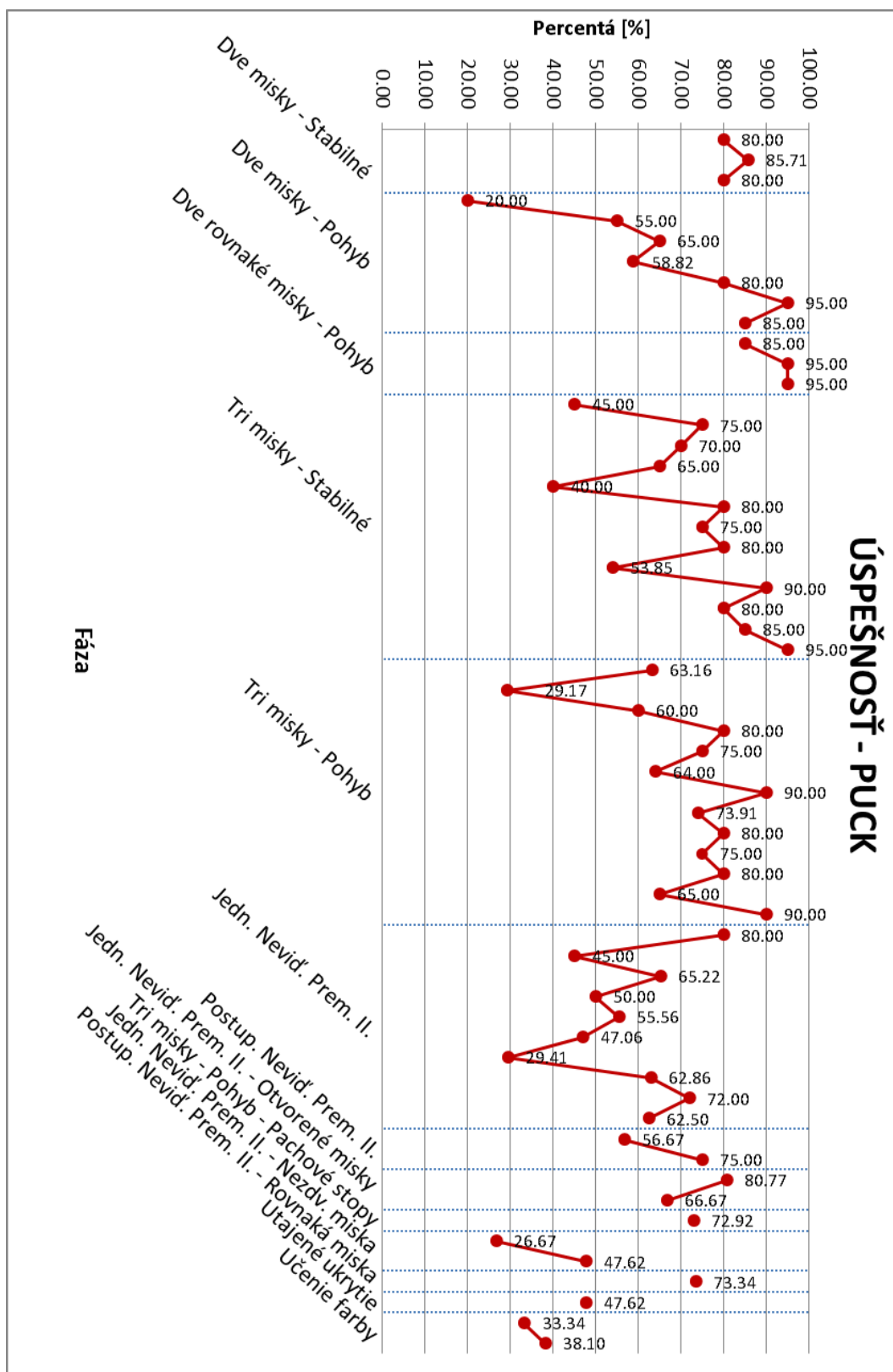
Graf č. 5 a graf č. 6 – Hodnota vynesená v grafe predstavuje zastúpenie stratégie stálosti objektu a doplnok do 100% predstavuje percentuálne zastúpenie jednoduchej asociatívnej stratégie v rámci jedného sedenia. Do úvahy boli brané len odpovede, ktoré u obidvoch stratégií viedli k voľbe rôznych misiek.



Attila pri všetkých sedeniach využíval stratégiu stálosti objektu vo viac ako 80% expozícií. Pri kontrolnej úlohe 'Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Nezdvihnutá miska' sa riadil predovšetkým stratégiou voliť misku, v ktorej bola odmena na začiatku.

5.2 PUCK

Graf č. 7 – Úspešnosť Pucka vo všetkých testovaných fázach



Situácia u druhého testovaného jedinca bola mierne odlišná ako u Attilu. Puck pri niektorých sedeniach strácal motiváciu k testovaniu, často odbiehal od aparatury a jeho úspešnosť v jednotlivých sedeniach kolísala. Počas testovania boli zaznamenané agresívne prejavy od dominantného jedinca – Attilu z vedľajšej voliéry, ktoré narušovali priebeh testovania s Puckom. Tréningová fáza pozostávala zo 44 sedení. V poslednej úlohe tejto fázy – ‘Tri misky - Pohyb’ Puck dosahoval pri posledných troch sedeniach signifikantnú úroveň správnych odpovedí oproti stratégií voliť jednu z troch misiek náhodne (Chí-kvadrát test = 22.8443, p-hodnota < 0,005).

Pri prechode z úloh na 5. štádium schopnosti stálosti objektu na úlohy na 6. štádium schopnosti stálosti objektu sa úspešnosť v posledných troch sedeniach úlohy ‘Tri misky – Pohyb’ signifikantne nelíšila od prvých troch sedení v úlohe ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II.’ (Chí-kvadrát test = 3.0004, p-hodnota = 0.08325). Po introdukovaní testovacích fáz na 6. štádium schopnosti stálosti objektu dosahoval Puck v prvom sedení úspešnosť 80%, no jeho úspešnosť sa v nasledujúcich 6 sedeniach postupne znižovala až na úroveň náhodnej voľby jednej z troch misiek (29,41%). Po týchto sedeniach nasledovala 17-dňová pauza od testovania a po pauze a zmene experimentátora Puck opäť podstúpil testovanie na úlohy s jednoduchým neviditeľným premiestnením. V nasledujúcich úlohách s neviditeľným premiestnením a kontrolných sedeniach sa úspešnosť testovaného subjektu opäť zvýšila. V posledných troch sedeniach úlohy ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II’ (Chí-kvadrát test = 14.6345, p-hodnota < 0,005) a v úlohe ‘Postupné neviditeľné premiestnenie II.’ (Chí-kvadrát test = 11.8392, p-hodnota < 0,005) sa jeho úspešnosť signifikantne líšila od stratégie voliť jednu z troch misiek náhodne.

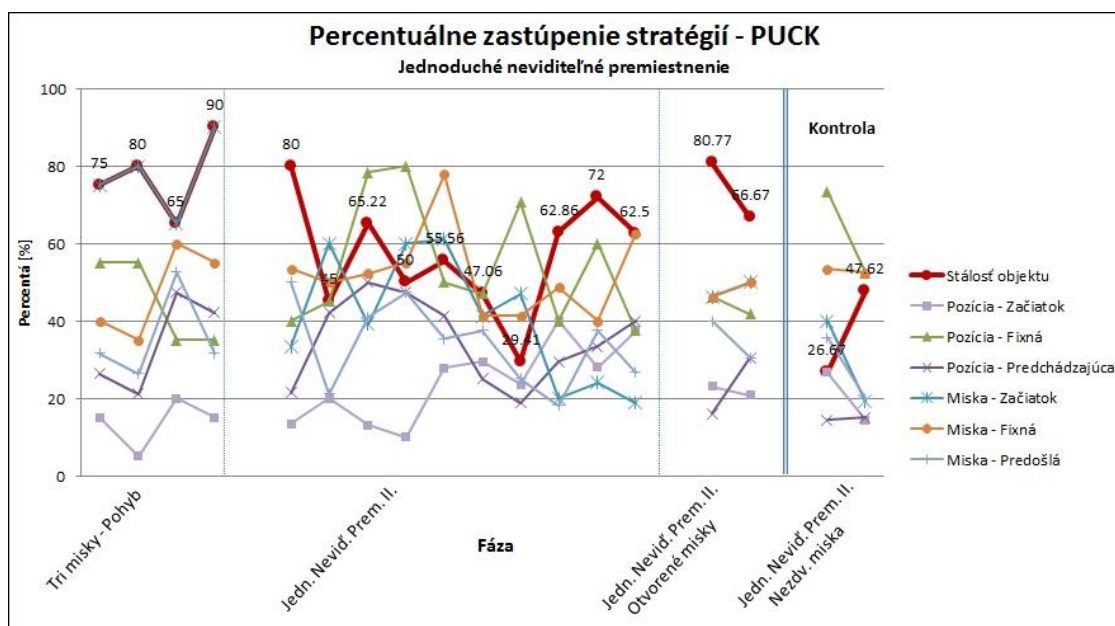
Úspešnosť Pucka v posledných troch sedeniach v úlohe ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II.’ sa signifikantne nelíšila (Chí-kvadrát test = 0.6059, p-hodnota = 0.4363) od úspešnosti v kontrolnej úlohe ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Otvorené misky’. Úspešnosť v posledných troch sedeniach v úlohe ‘Tri misky - Pohyb’ sa signifikantne nelíšila (Chí-kvadrát test = 0.183, p-hodnota = 0.6688) od kontrolnej úlohy ‘Tri misky – Pohyb – Pachové stopy’ a úspešnosť v úlohe ‘Postupné neviditeľné premiestnenie II.’ sa signifikantne nelíšila (Chí-kvadrát test = 0.2097, p-hodnota = 0.647) od kontrolnej úlohy ‘Postupné neviditeľné premiestnenie II – Rovnaká miska’.

V kontrolnej úlohe ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II – Nezdvihnutá miska’, v ktorej bolo subjektu znemožnené riadiť sa schopnosťou stálosti objektu sa objavil signifikantný rozdiel v úspešnosti (Chí-kvadrát test = 6.1617, p-hodnota = 0.01305) oproti úspešnosti pri posledných troch sedeniach úlohy ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II’. Pri posledných troch sedeniach úlohy ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II.’ dosahoval Puck signifikantne odlišnú úspešnosť od stratégie, v ktorej by volil náhodne jednu z troch misiek (Chí-kvadrát test = 14.6345, p-hodnota < 0,005). Pri kontrolnej úlohe, v ktorej sa nemohol riadiť stratégiou stálosti objektu, nebola jeho úspešnosť signifikantne odlišná od stratégie voliť náhodne jednu z troch misiek (Chí-kvadrát test = 0.0602, p-hodnota = 0.8062).

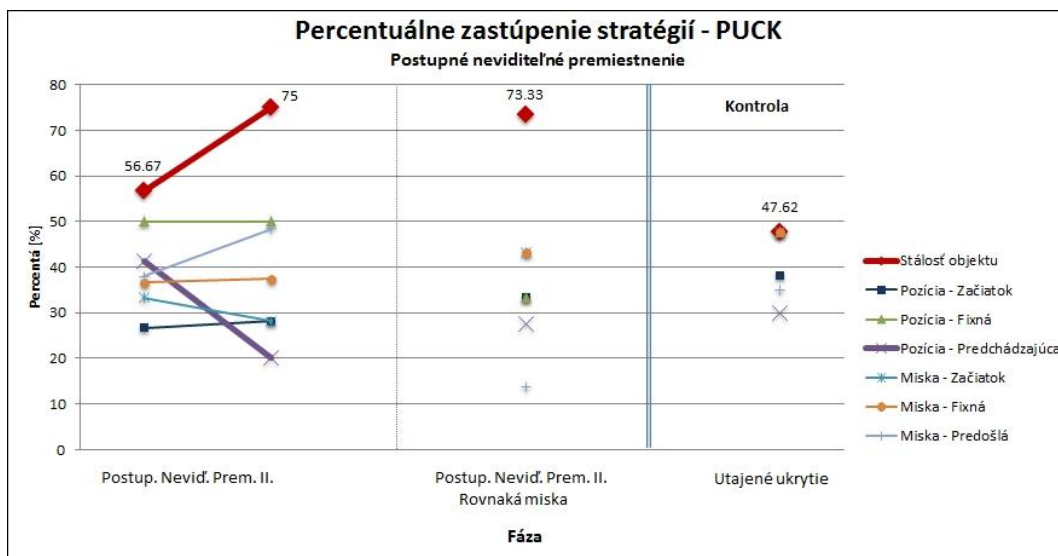
U Pucka sa ale signifikantne nelíšila úspešnosť v úlohách s postupným neviditeľným premiestnením II. a v kontrolnej úlohe ‘Utajené ukrytie’ (Chí-kvadrát test = 1.5547, p-hodnota = 0.2125), v ktorej nemohol na úspešné riešenie úlohy využiť schopnosť stálosti objektu.

Nasledujúce grafy zobrazujú percentuálne použitie alternatívnych jednoduchých asociatívnych stratégií v úlohách s jednoduchým neviditeľným premiestnením (*vid’ graf č. 8*) a postupným neviditeľným premiestnením (*vid’ graf č. 9*).

Graf č. 8 – Percentuálne zastúpenie použitých stratégií pri úlohách s jednoduchým neviditeľným premiestnením u Pucka.



Graf č. 9 - Percentuálne zastúpenie použitých stratégií pri úlohách s postupným neviditeľným premiestnením u Pucka.

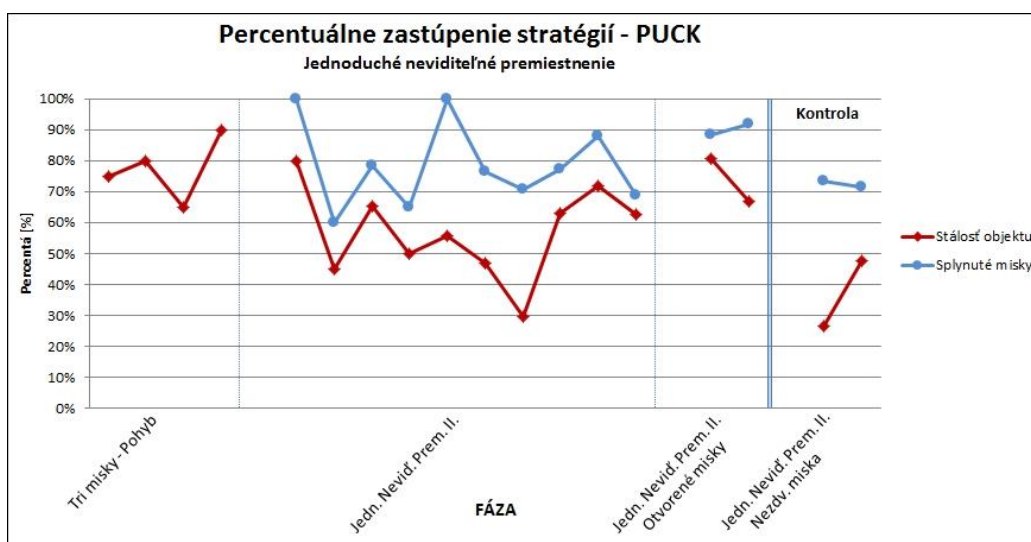


Popis grafu č. 8 a grafu č. 9 – Hodnoty zobrazené červenou farbou sú totožné s úspešnosťou v danom sedení a predstavujú percentuálne použitie stratégie ‘stálosť’ objektu’. Hodnoty vyznačené ostatnými farbami predstavujú rôzne jednoduché asociatívne stratégie. Posledné sedenie v grafe znázorňuje kontrolné sedenie, v ktorom subjekty nemohli využívať schopnosť stálosti objektu.

U Pucka je situácia ohľadom používania jednoduchých asociatívnych stratégií zložitejšia ako v prípade prvého testovaného jedinca – Attilu. Pri prvom sedení úlohy s jednoduchým neviditeľným premiestnením neprevážila žiadna z jednoduchších alternatívnych stratégií. Pri nasledujúcich sedeniach sa Pucková úspešnosť postupne znižovala a objavili sa jednoduchšie asociatívne stratégie – volil fixnú pozíciu alebo fixnú misku aj napriek tomu, že tieto stratégie vo väčšine prípadov nie sú efektívne. V prípade Pucka uvažujeme o tendencii používať tieto stratégie ako o určite stereotypii v reakcii na stres. Pri posledných troch sedeniach tejto úlohy a v kontrolnej úlohe s otvorenými miskami neprevážovala žiadna z alternatívnych stratégií nad stratégiou, ktorú využíval testovaný makak. Pri kontrolnej úlohe ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Nezdvihnutá miska’, v ktorej nebolo možné používať stratégiu schopnosti stálosti objektu klesla Pucková úspešnosť pod 50%. V prvom sedení volil prevažne fixnú pozíciu a v druhom sedení striedal rôzne stratégie. V sedeniach s postupným neviditeľným premiestnením u Pucka neprevážila žiadna z alternatívnych stratégií.

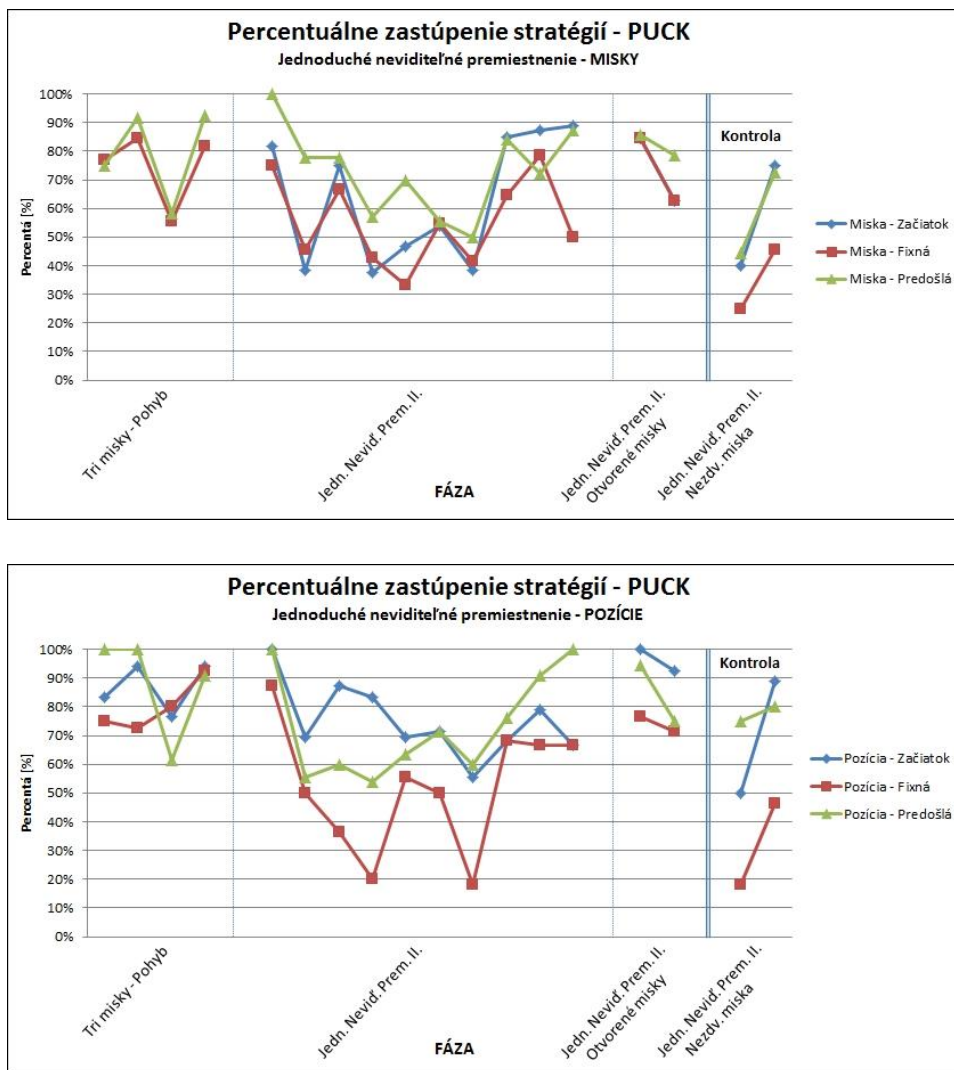
V úlohe ‘Utajené ukrytie’, v ktorej nebolo možné riadiť sa stratégiou schopnosti stálosti objektu, klesla jeho úspešnosť pod 50% a žiadna z jednoduchých asociatívnych stratégií v sedení neprevážila. Podobne ako u Attilu, aj u Pucka bolo vyhodnotené percentuálne zastúpenie stratégie stálosti objektu a stratégie voliť jednu z misiek, ktoré spolu splynuli – *vid’ graf č. 10*.

Graf č. 10 - Percentuálne zastúpenie dvoch stratégií pri úlohách s jednoduchým neviditeľným premiestnením u Pucka. Hodnoty označené červenou farbou znázorňujú percentuálne zastúpenie stratégie – ‘stálosť’ objektu’ a modré hodnoty znázorňujú stratégiu, v ktorej volil jednu zo splynutých misiek.



U Pucka sa ukázalo, že na rozdiel od Attilu sa nespoliechal na stratégiu vždy voliť jednu z misiek, ktoré spolu splynuli. V niektorých prípadoch volil tretiu miskú, ktorá nebola súčasťou splynutia a pri tejto voľbe nevyužíval ani jednu z porovnávaných stratégií.

Nasledujúce grafy – *graf č. 11* a *graf č. 12* porovnávajú percentuálne zastúpenie stratégie stálosti objektu s inou jednoduchou asociatívnou stratégiou. Z analýzy boli vylúčené expozície, v ktorých viedli obidve stratégie k rovnakej odpovedi.



Graf č. 11 a graf č. 12 – Hodnota vynesená v grafe predstavuje zastúpenie stratégie stálosti objektu a doplnok do 100% predstavuje percentuálne zastúpenie jednoduché asociatívnej stratégie v rámci jedného sedenia. Do úvahy boli brané len odpovede, ktoré u obidvoch stratégií viedli k voľbe rôznych misiek.

U Pucka sa počas úloh s jednoduchým neviditeľným premiestnením ukazuje použitie niekoľkých jednoduchých alternatívnych stratégií – najviac inklinoval k stratégií voliť jednu fixnú pozíciu.

Výsledky ukázali, že obidva testované subjekty boli schopné vyriešiť úlohy s neviditeľnými premiestneniami s úspešnosťou, ktorá sa signifikantne líšila od úspešnosti, ktorú by mali, ak byisky volili úplne náhodne. To ešte neznamená, že pri riešení úloh sa museli riadiť schopnosťou stálosti objektu. Pomocou kontrolných sedení a analýzy dát sa ukázalo, že Attila pri riešení úloh preferoval použitie stratégie stálosti objektu. U Pucka je situácia nejednoznačná. Počas riešenia úloh mal tendenciu riadiť sa niekoľkým jednoduchými alternatívnymi stratégiami a jeho úspešnosť bola značne kolísavá. Tieto výsledky naznačujú, že minimálne jeden z testovaných subjektov - Attila riešil úlohy s neviditeľným premiestnením pomocou kognitívnej schopnosti stálosti objektu. V nasledujúcej diskusii tejto práce budú podrobnejšie analyzované dôvody, ktoré nás vedeli k tomuto záveru.

6 DISKUSIA

Zatiaľ čo u ľudoopov existuje niekoľko dôkazov, že sú schopné používať 6. štádium schopnosti stálosti objektu pri úlohách s neviditeľným premiestnením (Natale et al. 1986; Call & Tomasello 1996; De Blois et al. 1998; Call 2001; Barth & Call 2006; Collier-Baker & Suddendorf 2006; Collier-Baker et al. 2006; Mallavarapu 2009), štúdie u makakov prinášajú v tejto oblasti nejednoznačné výsledky. Hlavným cieľom tejto práce preto bolo posúdiť, či sú dvaja jedinci druhu makak rhesus schopní pomocou mentálnej reprezentácie objektu, tj. prostredníctvom schopnosti stálosti objektu úspešne vyriešiť úlohy s neviditeľným premiestnením bez použitia jednoduchších alternatívnych stratégií v sérii modifikovaných úloh Piagetovej škály stálosti objektu. Naše výsledky môžu prispieť k prebiehajúcej diskusii o tom, či disponujú aj makaky plne rozvinutou schopnosťou stálosti objektu, prípadne poskytnúť informácie o tom, ktoré alternatívne stratégie makaky pri zložitých kognitívnych úlohách využívajú.

Hlavnou kritikou štúdií týkajúcich sa stálosti objektu je, že testované makaky môžu vyriešiť úlohy testujúce schopnosť stálosti objektu bez použitia mentálnej reprezentácie, tj. s použitím jednoduchých asociatívnych stratégií. Aby sa táto námietka vylúčila je potrebné v pokuse vykonať kontrolné sedenia, ktoré odhalia, či sa makak riadil mentálnou reprezentáciou objektu alebo používal jednoduchšie alternatívne stratégie.

V prvej štúdii schopnosti stálosti objektu u makakov autori Wise et al. (1974) síce prišli k záveru, že makaky majú túto schopnosť plne vyvinutú a dosahujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu podobne ako ľudia, ale ich štúdia nezahŕňala kontrolné sedenia. Preto niektorí autori tvrdia, že makaky sa v tejto úlohe mohli riadiť alternatívnou stratégiou voliť poslednú manipulovanú miskú a aj napriek tomu dosahovať signifikantne vysokú úspešnosť (Natale et al. 1986; Schino et al. 1990). V nasledujúcich štúdiách makaky síce úspešne zvládli úlohy s viditeľnými premiestnenia, čím dokázali, že disponujú 5. štádiom schopnosti stálosti objektu, ale pri úlohách s neviditeľnými premiestneniami vyžadujúce 6. štádium používali jednoduché asociatívne stratégie – buď volili veľkú miskú susediacu s premiestňovacím kontajnerom (Natale et al. 1986; Schino et al. 1990), alebo preferovali jednu konkrétnu lokalitu (De Blois & Novak 1994). Tieto štúdie síce nepotvrdili prítomnosť 6. štádia schopnosti stálosti objektu u makakov, ale zároveň nemôžu slúžiť ako dôkaz, že makaky toto štádium nedosahujú.

V ďalšom súbore štúdií sa však ukázalo, že makaky by mohli disponovať plne rozvinutou schopnosťou stálosti objektu. V pokusoch, v ktorých umožnili makakom pomocou joysticku interagovať s miznúcim objektom na monitore (Filion et al. 1996) a v pokusoch, v ktorých sledovali pohyb očí makakov pri zakrývaní pohybujúceho sa objektu na monitore (Churchland et al. 2003; Hall-Haro et al. 2009) sa ukázalo, že makaky v týchto situáciách dokážu vnímať neviditeľnú trajektóriu objektu, a tým demonštrujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu.

Pokus v praktickej časti tejto práce sme naplánovali tak, aby sme dokázali zistiť, či sa makaky behom testovania riadili vytváraním skutočným mentálnych reprezentácií alebo používali jednoduché alternatívne stratégie. Dvaja jedinci druhu makak rhesus (*Macaca mulatta*) Puck a Attila boli v prvej fáze experimentu trénovaní na úlohy vyžadujúce 5. štádium schopnosti stálosti objektu s viditeľným premiestnením odmeny pod jednu z troch misiek. Po úspešnom zvládnutí týchto úloh im boli predstavené úlohy s neviditeľným premiestnením odmeny pod jednu (jednoduché neviditeľné premiestnenie) alebo postupne pod dve misky (postupné neviditeľné premiestnenie), ktoré testovali prítomnosť 6. štádia schopnosti stálosti objektu. V poslednej fáze experimentu opice absolvovali sériu kontrolných úloh, ktorým cieľom bolo zistiť, či sa testovaní jedinci pri neviditeľných premiestneniach neriadili jednoduchšími alternatívnymi stratégiami.

Výsledky ukázali, že Attila bol schopný úspešne vyriešiť úlohy s neviditeľným premiestnením. Kontrolné úlohy a analýza výsledkov vylúčili možnosť, že by sa počas testovania riadil jednoduchšími alternatívnymi stratégiami. U Pucka sú výsledky nejednoznačné. V úlohách s neviditeľným premiestnením jeho úspešnosť značne kolísala a v niektorých sedeniach uprednostňoval stratégiu voliť preferovanú lokalitu alebo miskú.

U obidvoch jedincov sa neukázal signifikantný rozdiel v úspešnostiach pri prechode z úlohy na 5. štádium stálosti objektu na úlohu s neviditeľným premiestnením na 6. štádium tejto schopnosti. Z tohto dôvodu si myslíme, že ich stratégia sa pri tomto prechode nezmenila. Ak by jedinci pri prechode zmenili stratégiu, pravdepodobne by sa to prejavilo na zmene úspešnosti. U obidvoch jedincov sa ukázal signifikantný rozdiel v úspešnosti v úlohách s jednoduchým neviditeľným premiestnením a v kontrolnej úlohe, v ktorej nemohli na úspešné vyriešenie použiť schopnosť stálosti objektu. To znamená, že subjekty pri tomto prechode zmenili stratégiu. Pri úlohe s dvojitým neviditeľným premiestnením a kontrolnej úlohe, v ktorej nebolo možné riadiť sa stratégiou stálosti objektu sa iba u Attilu ukázal signifikantný rozdiel

v úspešnosti. U Attilu predpokladáme, že pri týchto prechodoch musel upustiť od stratégie voliť na základe schopnosti stálosti objektu a to sa odzrkadlilo na zmene jeho úspešnosti.

Jednou zo základných námietok týkajúcich sa nášho pokusu je, že úspech opíc v testovaných úlohách mohol byť daný tréningom a učením (Pepperberg & Kozak 1986; Doré & Dumas 1987; Gagnon & Doré 1992; Fedor et al. 2008), pretože opice boli vystavené počas pokusu veľkému množstvu sedení. Testované opice zároveň pred pokusom absolvovali predošlý kognitívny výcvik na priestorovú pamäť. Z týchto dôvodov tvrdíme, že v našom pokuse sme dokázali minimálne jedného testovaného makaka - Attilu natrénovať na 6. štádium kognitívnej schopnosti stálosti objektu. Samotné úlohy s neviditeľným premiestnením sa nemohol naučiť tréningom, pretože signifikantne vysoké výsledky dosahoval už od prvého sedenia. V kontexte našej úlohy sa teda prejavilo 6. štádium schopnosti stálosti objektu, stále však ostáva otvorená otázka, nakoľko by sa táto schopnosť prejavila pri úlohách s inou metodikou a dizajnom.

To, že testovaný subjekt úspešne zvládne úlohy s neviditeľným premiestnením ešte neznamená, že disponuje plne rozvinutou schopnosťou stálosti objektu. Niekoľko autorov zdôrazňuje fakt, že ak chceme zistiť skutočný charakter kognitívnej stratégie, ktorú subjekt pri riešení úloh používal, musíme použiť dostatočné množstvo kontrolných úloh (Natale et al. 1986; Schino et al. 1990; Collier-Baker et al. 2006; Fedor et al. 2008). Jeden z prístupov je použiť kontrolné úlohy, ktoré budú modifikované takým spôsobom, aby sa odstránil jeden z faktorov, ktorými sa subjekty mohli počas testovania schopnosti stálosti objektu riadiť. Druhý prístup pozostáva z podrobnej analýzy získaných výsledkov testovania, ktorá dokáže odhaliť, či za vysokou úspešnosťou v danej úlohe nemohla stáť jedna z jednoduchých asociatívnych stratégií. V nasledujúcej časti diskusie rozoberieme obidva prístupy v súvislosti s našim experimentom.

- **Kontrolné úlohy**

Jednou z prvých námietok pri štúdiách schopnosti stálosti objektu u zvierat je, že subjekt sa pri testovaní môže riadiť sledovaním smeru experimentátorovho pohľadu (Pepperberg et al. 1997; Fedor et al. 2008). Túto námietku môžeme vylúčiť, pretože v našej štúdií mal experimentátor počas všetkých sedení na očiach slnečné okuliare, cez ktoré nemohol testovaný subjekt sledovať smer jeho pohľadu. Ďalší faktor, ktorý by mohol ovplyvňovať odpovede

subjektov je pachová stopa ukryvaného objektu (Collier-Baker et al. 2004; Fedor et al. 2008; Ujfalussy et al. 2013). Táto stratégia by sa mohla objaviť predovšetkým v štúdiách, v ktorých je ako ukryvaný objekt používaná potrava. U psov bolo zistené, že ich voľby v pokuse sa nelíšili v prípadoch kedy bola vôňa ukryvaného objektu k dispozícii a kedy bola zamaskovaná (Gagnon & Doré 1992). U psov pri tom patrí čuch k najdôležitejším zmyslom, a preto nie je pravdepodobné, aby sa makaky v pokuse riadili pachovou stopou. Napriek tomu sme do pokusu zaradili dve kontrolné úlohy – ‘Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Pachové stopy’ u Attilu a ‘Tri misky – Pohyb – Pachové stopy’ u Pucka, v ktorých sme použitou potravou označili všetky tri misky, čím sme znemožnili makakom nájsť potravu pomocou čuchu. Ani u jedného z testovaných jedincov nebol zaznamenaný signifikantný rozdiel v úspešnosti oproti úlohám bez pachového značenia, a preto vylučujeme možnosť, že sa testované subjekty v našom experimente riadili pachovou stopou potravy.

Pri manipulovaní s miskami dával experimentátor veľký pozor na to, aby subjekt nemohol počas neviditeľných premiestnení vidieť ukryvanú potravu. Pri odstraňovaní malej misky spod veľkej bola veľká miska vždy naklonená na stranu smerujúcu k subjektu a experimentátor svojou dlaňou zároveň veľkú misku zakrýval tak, aby subjekt nemohol sledovať, či odmena ostala pod veľkou alebo malou miskou. Aby sme vylúčili možnosť, že subjekt mohol počas týchto manipulácií získať stopy, ktoré by mu prezradili kde sa odmena nachádza, použili sme kontrolné sedenia ‘Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Otvorené misky’ u Attilu a ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Otvorené misky’ u Pucka. V týchto sedeniach sme použili veľké misky, ktoré mali v zadnej časti vyrezané otvory. Otvory slúžili na to, aby sa cez nich dala vkladať a odstraňovať malá miska bez, toho aby bolo nutné veľké misky nakláňať na stranu. Ani v týchto kontrolných úlohách sa neukázal signifikantný rozdiel v úspešnosti oproti klasickým úlohám s neviditeľným premiestnením a obidvaja jedinci dosahovali podobnú úspešnosť ako pri nakláňaní misiek. Tieto kontrolné sedenia vylúčili možnosť, že by sa testované makaky riadili stopami súvisiacimi s manipuláciou misiek. U Attilu bola zároveň vykonaná kontrolná úloha ‘Postupné neviditeľné premiestnenie I. – Veľké misky’, v ktorej boli namiesto stredne veľkých misiek použité veľké misky. Attilova úspešnosť v tejto úlohe sa signifikantne nelíšila od klasických úloh s neviditeľným premiestnením a slúžila na to, či subjekt dokáže riešiť úlohu s neviditeľným premiestnením aj v mierne odlišnom kontexte.

Wise et al. (1974) vo svojej štúdií dospeli k záveru, že makaky sú schopné vyriešiť úlohy s neviditeľným premiestnením pomocou 6. štádia schopnosti stálosti objektu. V nasledujúcich štúdiách na makakoch Natale et al. (1986) a Schino et al. (1990) poukázali na to, že tento záver nie je opodstatnený, pretože makaky sa mohli riadiť stratégiou voliť poslednú manipulovanú lokalitu. V našom pokuse sme túto námietku vylúčili, pretože pri úlohách s neviditeľným premiestnením bola odmena ukrytá v poslednej manipulovanej miske len v 1/3 expozícií. Zároveň sme všetky tri misky po manipulácii navzájom premiešali, čo tento efekt ešte zredukovalo.

V dvoch štúdiách na schopnosť stálosti objektu u makakov sa ukázalo, že testované subjekty dokázali vyriešiť úlohu s jednoduchým neviditeľným premiestnením s použitím dvoch veľkých misiek a malého premiestňovacieho kontajneru v lineárnom usporiadaní – tj. po manipulácii s miskami odmena vždy ostala vo veľkej miske, ktorá bola umiestnená vedľa malého kontajnera, do ktorého bola odmena vložená na začiatku expozície (Natale et al. 1986; Schino et al. 1990). V ďalšej úlohe použili autori nelineárne usporiadanie – tj. veľká miska s odmenou nebola umiestnená vedľa malého premiestňovacieho kontajneru, ale bola medzi nimi umiestnená druhá prázdna veľká miska. Testované subjekty v tejto úlohe nedokázali na úspešnej úrovni nájsť ukrytú odmenu. Riadili sa stratégiou: „Hľadaj vo veľkej miske umiestnenej vedľa malého premiestňovacieho kontajneru.” Ak predpokladáme, že subjekt si volí najjednoduchšiu kognitívnu stratégiu, ktorou je schopný úlohu úspešne vyriešiť (Fedor et al. 2008), potom sú reakcie makakov v týchto štúdiách logicky zdôvodniteľné. V lineárnych sedeniach makak používal stratégiu pomocou ktorej úspešne našiel ukrytú odmenu a v nelineárnych sedeniach zotrvačnosťou pokračoval v tejto stratégií napriek tomu, že už mu neprinášala odmenu. V našom pokuse sme preto postupovali tak, aby si makak nemohol osvojiť túto jednoduchú stratégiu. Pri testovaní odmena ostávala pod všetkými tromi miskami – aj pod malou čiernou miskou, ktorá slúžila ako premiestňovací kontajner a zároveň boli v sedení kombinované lineárne aj nelineárne sedenia. Efekt sa zmiernil aj tým, že po každej expozícii boli všetky tri misky navzájom zamiešané. Z tohto dôvodu si makak nemohol osvojiť stratégiu voliť veľkú miskú vedľa malej misky, pretože by v úlohách nedosahoval takú vysokú úspešnosť ako naše testované subjekty.

Pri testovaní makakov odmena väčšinou ostávala v inej miske ako v predošlom sedení. Z tohto dôvodu si makak mohol osvojiť stratégiu nikdy nevoliť miskú, v ktorej bola odmena

ukrytá v predošlom sedení a tým pádom by nemal na výber z troch misiek alebo iba z dvoch. V tom prípade, by mal vyššiu šancu nájsť ukrytú odmenu ak by odpovedal náhodne. Aby sme túto možnosť vylúčili, vykonali sme kontrolné sedenia ‘Postupné neviditeľné premiestnenie I. Tri opakovania’ a ‘Tri misky – Pohyb – Dve opakovania’. V týchto kontrolných úlohách odmena ostávala vždy 2 krát alebo 3 krát v po sebe nasledujúcich expozíciách v rovnakej miske a lokalite. Ak by sa spoliehal na danú stratégiu, tak jeho úspešnosť by značne klesla oproti predošlým sedeniam. To sa ale nestalo a testovaný subjekt tieto úlohy vyriešil s vysokou úspešnosťou.

Úlohy s neviditeľnými premiestneniami boli navrhnuté tak, aby testovaný subjekt dosiahol najvyššiu úspešnosť pri použití schopnosti stálosti objektu. Ak úlohu modifikujeme takým spôsobom, že subjekt nemôže na jej vyriešenie použiť schopnosť stálosti objektu a ak sa subjekt neriadi pri riešení jednoduchšími alternatívnymi stratégiami, tak by jeho úspešnosť mala výrazne klesnúť oproti klasickým úlohám s neviditeľným premiestnením. K tomuto účelu slúžila kontrola s názvom ‘Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. – Nezdvihnutá miska’. Táto úloha prebiehala podobne ako úloha s jednoduchým neviditeľným premiestnením, ale po manipulácii malej misky pod veľkú misku nebola žiadna z nich ukázaná prázdna – tj. subjekt nedostal informáciu o tom, kde bola odmena neviditeľne premiestnená. V tejto kontrolnej úlohe sa úspešnosť Attilu aj Pucka výrazne znížila a signifikantne sa líšila od štandardných úloh s neviditeľným premiestnením. Attila po prechodu na túto kontrolnú úlohu volil kognitívnu stratégiu hľadať v miske, v ktorej odmena zmizla na začiatku expozície, zatiaľ čo Puck buď striedal niekoľko rôznych jednoduchých stratégií alebo volil misky náhodne. Táto kontrolná úloha ukazuje, že pri úlohách s jednoduchým neviditeľným premiestnením museli testované subjekty do určitej miery spoliehať na schopnosť stálosti objektu, aby dosiahli tak vysokých úspešností.

Množstvo štúdií používa vo svojich postupoch úlohu s názvom ‘Dvojité neviditeľné premiestnenie’ (Užgiris & Hunt 1975; De Blois & Novak 1994; De Blois et al. 1998; Call 2001; Neiworth et al. 2003; Mendes & Huber 2004; Collier-Baker et al. 2006; Fedor et al. 2008). V tejto úlohe ukrývajú kontajner s odmenou postupne pod dve rôzne misky alebo zásteny, odmenu nechajú v druhej navštívenej miske a po manipulácii ukážu subjektu prázdny malý kontajner. Po návšteve prvej misky neukážu subjektu prázdnu prvú misku ani plný kontajner predtým než ho schovajú do druhej misky. Ako úspešné považujú priame odpovede – subjekt volí druhú

navštívenú miskú alebo postupné odpovede – subjekt volí najprv prvú navštívenú miskú a potom druhú, tj. sleduje pohyb kontajnera počas manipulácie. Pri tejto úlohe sa objavuje stratégia riadiť sa poslednou navštívenou miskou, ktorú je potrebné vylúčiť kontrolnými sedeniami.

V našom pokuse používame modifikovanú úlohu s názvom ‘Postupné neviditeľné premiestnenie II.’. V tejto úlohe dávame po navštívení prvej misky informáciu testovanému makakovi, podľa ktorej dokáže pomocou schopnosti stálosti objektu posúdiť kde sa nachádza odmena pred druhým ukrytím. Po druhom ukrytí opäť dostáva ďalšiu takúto informáciu a prostredníctvom schopnosti stálosti objektu dokáže posúdiť, či bola odmena ukrytá v prvej miske, v druhej miske alebo ostala v malej premiestňovacej miske. Ide teda o dve jednoduché neviditeľné premiestnenia nasledujúce po sebe a subjekt je nútený uchovávať si mentálnu reprezentáciu manipulácie zakrytej odmeny, aby ju dokázal správne nájsť.

Pri tejto úlohe je pri prvej manipulácii ukázaná jedna prázdna miska, pri druhej manipulácií ďalšia prázdna miska a odmena ostáva v tej miske, ktorá nebol ukázaná prázdna. Tu sa objavuje príležitosť pre testovaného makaka používať stratégiu: „Vyber miskú, ktorá nebola ukázaná prázdna.” Aby sme vylúčili túto stratégiu, vykonali sme kontrolnú úlohu ‘Postupné neviditeľné premiestnenie II. – Rovnaká miska’. V tejto úlohe je malá miska dva krát ukrytá pod rovnakú veľkú miskú a behom manipulácie sú všetky tri misky ukázané prázdne. Ak by sa makaky riadili vyššie uvedenou stratégiou, nedokázali by úlohu úspešne vyriešiť. Výsledky ukázali, že úspešnosť v tejto kontrolnej úlohe sa ani u jedného testovaného jedinca významne nelíšila od úspešnosti v klasickom postupnom neviditeľnom premiestnení, a preto môžeme vylúčiť možnosť, že sa riadili stratégiou voliť miskú, ktorá nebola ukázaná prázdna.

Kontrolná úloha ‘Utajené ukrytie’ slúžila k vylúčeniu rovnakej stratégie, ale tento krát iným spôsobom. V tejto úlohe bola pred subjekt umiestnená zástena, aby nemohol vidieť na aparáturu. Experimentátor utajene ukryl odmenu do jednej z troch misiek, odstránil zástenu a ukázal subjektu dve misky, ktoré ostali prázdne. Jediná stratégia, ktorú mohol subjekt využiť na úspešné vyriešenie úlohy bola voliť miskú, ktorá nebola ukázaná prázdna. V tejto úlohe klesla Attilova úspešnosť pod 50% a významne sa líšila od klasickej úlohy s postupným neviditeľným premiestnením, čo znamená, že si túto alternatívnu stratégiu neosvojil. Puckova

úspešnosť sa v tejto úlohe signifikantne nelíšila od jeho úspešnosti v úlohách s postupným neviditeľným premiestnením, čo naznačuje, že v úlohách s postupným neviditeľným premiestnením inklinoval k alternatívnym stratégiám, ktoré nesúviseli so schopnosťou stálosti objektu.

Posledná kontrolná úloha 'Učenie farby' mala za cieľ zistiť, ako rýchlo sa makak dokáže naučiť jednoduchú asociatívnu stratégiu. Na začiatku expozície bola pred subjekt umiestnená zástena, aby nemohol vidieť na aparáturu. Experimentátor vždy utajene umiestnil odmenu do hnedej misky, odstránil zástenu a umožnil subjektu vybrať si jednu z troch misiek. Cieľom bolo, aby sa makaky naučili asociovať hnedú misku s odmenou. Výsledky ukázali, že po dvoch sedeniach sa ani jeden makak nenaučil hľadať odmenu v hnedej miske. Táto kontrolná úloha slúži len ako ilustrácia toho, že opice neboli schopné naučiť sa behom dvoch sedení (pozostávajúcich z 42 expozícií) jednoduchú asociatívnu stratégiu. Z tohto dôvodu je nepravdepodobné, že vo fázach, v ktorých dosahovali vysokú úspešnosť už od začiatku by používali jednoduché asociatívne stratégie.

Silná stránka tejto práce je v tom, že v nej bolo použité veľké množstvo kontrolných úloh, ktoré vylučovali riadenie sa alternatívnymi kognitívnymi stratégiami. Jediná štúdia, v ktorej autori Wise et al. (1974) prišli s použitím podobnej metodiky k záveru, že makaky majú plne rozvinutú schopnosť stálosti objektu tieto kontrolné neobsahovala, a preto nemôže slúžiť ako dôkaz tejto schopnosti u makakov. Ako tvrdí Fedor et al. (2008) v štúdiu na gibbonoch - bez kontrolných úloh nie je možné zistiť skutočný charakter kognitívnej schopnosti použitej pri teste schopnosti stálosti objektu.

- **Analýza dát**

Druhým prístupom, ktorým sme zisťovali použitie jednoduchých asociatívnych stratégií bola analýza získaných dát. Vytvorili sme grafy, ktoré ukazovali v koľkých percentách jednotlivých expozícií v rámci jedného sedenia sa testovaný subjekt riadil stratégiou stálosti objektu (táto stratégia by ho v každej expozícií priviedla k správnej voľbe) a v koľkých percentách použil jednoduchú alternatívnu stratégiu (voliť misku/pozíciu, v ktorej odmena zmizla

na začiatku expozície; v ktorej odmena skončila v predošlej expozícii alebo voliť preferovanú fixnú miskú/pozíciu).

U Attilu sa ukázalo, že pri riešení úloh s neviditeľným premiestnením nevyužíval žiadne z jednoduchých asociatívnych stratégií, ktoré by viedli k iným odpovediam ako stratégia stálosti objektu. V kontrolnej úlohe s jednoduchým neviditeľným premiestnením, v ktorej sa nemohol riadiť schopnosťou stálosti objektu (nedostal informáciu o tom, kde sa odmena nachádza) používal zo začiatku stratégiu hľadať v miske, v ktorej odmena zmizla na začiatku a v poslednom z troch sedení už striedal niekoľko rôznych stratégií. To znamená, že v úlohách, v ktorých mohol využívať schopnosť stálosti objektu k úspešnej voľbe, túto schopnosť skutočne využíval a pri kontrolnej úlohe, kde túto schopnosť nemohol využívať sa snažil úlohu riešiť alternatívnymi stratégiami. Kontrolné úlohy a analýza dát ukázali, že Attila sa v úlohách s neviditeľným premiestnením riadil schopnosťou stálosti objektu, čo znamená, že dosahuje 6. štádia tejto kognitívnej schopnosti.

U Pucka nebolo možné jednoznačne určiť, či sa riadil schopnosťou stálosti objektu. Pri analýze dát sa ukázalo, že v zložitejších úlohách s neviditeľným premiestnením mal tendencie používať jednoduché alternatívne stratégie. Jeho úspešnosť značne kolísala v jednotlivých sedeniach. Naše výsledky nie sú preto dostatočne smerodajné na to, aby sa u tohto jedinca potvrdilo, že používal pri testovaní 6. štádium schopnosti stálosti objektu.

Otázkou ostáva prečo sa u dvoch testovaných makakov objavili rozdiely v riešení testu schopnosti stálosti objektu. Jednou z možností je, že ide o vnútrodruhovou variabilitu a nie všetci jedinci v rámci druhu musia mať rovnakú úroveň kognitívnych schopností. Podobný fenomén sa objavuje aj v iných štúdiách na primátov. Call & Tomasello (1996) dokázali 6. štádium u 1 zo 4 šimpanzov a 1 zo 4 orangutanov, Fedor et al. (2008) u 1 z 10 gibonov, Schino et al. (1990) u 1 z 2 málp a Mendes & Huber (2004) u 2 z 11 kosmáčov. Vo všetkých týchto štúdiách sa objavili veľké individuálne rozdiely medzi jedincami. Mendes & Huber (2004) tvrdia, že rozdiely môžu byť dané rozdielnou mierou skúseností. V našom prípade mali obidvaja rovnaké skúsenosti s riešením kognitívnych úloh. Rovnako vylučujeme aj teóriu, že mohlo ísť o vekový rozdiel (Schino et al. 1990), pretože obaja jedinci boli v dospelom veku.

Prikláňame sa k názoru, že nízka úspešnosť Pucka bol spôsobená nedostatočnou motiváciou a koncentráciou počas testovania a tiež stresom z opakovaných hrozieb a agresívnych prejavov od Attilu. Dettmer et al. (2009) vo svojej štúdií zistili, že zvýšené množstvo stresového hormónu kortizolu môže negatívne vplývať na vývoj schopnosti stálosti objektu u makakov. U makakov bolo zistené, že disponujú 5. štádiom schopnosti stálosti objektu (Wise et al. 1974; Natale et al. 1986; Schino et al. 1990; de Blois & Novak 1994; Ha et al. 1997). U Pucka sa objavili fluktuácie v úspešnosti už v úlohách na 5. štádium tejto schopnosti. Z tohto dôvodu môžu byť za Puckov výkon v pokuse zodpovedné iné faktory než kognitívne. Kvôli nedostatočnej motivácii k testovaniu bolo u Pucka použitých menej kontrolných úloh ako u Attilu.

V našej štúdií sme použili dvoch testovaných jedincov druhu makak rhesus. Sme si vedomí toho, že na to, aby mohli byť výsledky uplatnené na celý druh by bolo potrebné otestovať väčšie množstvo jedincov. S podobným kauzistickým prístupom sa stretávame aj v iných štúdiách, ktoré testovali schopnosť stálosti objektov u primátov a v svojich pokusoch použili jedného alebo dvoch jedincov – napr. Wise et al. (1974), Natale et al. (1986), Filion et al. (1996), Collier-Baker et al. (2006) alebo Collier-Baker & Suddendorf (2006).

V praktickej časti tejto práce sa nám podarilo zistiť, že jeden jedinec druhu makak rhesus (Attila) bol schopný riešiť neviditeľné premiestnenia pomocou 6. štádia schopnosti stálosti objektu. Tieto výsledky sú v súlade so štúdiami, ktoré pomocou inej metodiky tvrdia, že makaky dokážu vnímať neviditeľnú trajektóriu objektu, a tým demonštrujú plne rozvinutú schopnosť stálosti objektu (Filion et al. 1996; Churchland et al. 2003; Hall-Haro et al. 2009). Dizajn nášho experimentu však ukazuje, že je možné makaka natrénovať k rozvinutiu tejto schopnosti (nie k natrénovaniu konkrétnej úlohy). Otázkou zostáva, nakoľko je tento tréning nevyhnutný, a nakoľko by sa schopnosť 6. štádia mohla rozvinúť spontánne bez kognitívneho pretréningu. Aby sme potvrdili, že makaky všeobecne disponujú 6. štádiom schopnosti stálosti objektu nezávisle na predošlom kognitívnom tréningu, je potrebné vykonať pokusy na väčšom počte jedincov a s použitím rôznych kontextov testovacích úloh.

7 ZÁVER

Táto práca sa zaoberala kognitívnou schopnosťou stálosti objektu. V teoretickej časti práce sme sa venovali historickému vývoju výskumu schopnosti stálosti objektu u ľudí a uviedli sme rozsiahly súbor štúdií tejto kognitívnej schopnosti u rôznych skupín zvierat.

V praktickej časti práce sme vykonali test schopnosti stálosti objektu, v ktorom sme v sérii modifikovaných úloh Piategovej škály stálosti objektu zisťovali, či sú dvaja jedinci druhu makak rhesus schopní pomocou mentálnej reprezentácie objektu, tj. prostredníctvom schopnosti stálosti objektu, vyriešiť úlohy s neviditeľným premiestnením bez použitia jednoduchších alternatívnych stratégií. V tomto pokuse sme potvrdili našu prvú hypotézu, že obidva testované makaky dosiahnu pri úlohách s neviditeľným premiestnením signifikantne vysokú hladinu úspešnosti. Druhá hypotéza, v ktorej sme tvrdili, že testovaní jedinci pri riešení úloh s neviditeľným premiestnením nepoužívajú jednoduchšie alternatívne stratégie, sa podarila presvedčivo potvrdiť len u jedného testovaného jedinca – Attilu. U druhého testovaného makaka – Pucka sa objavila tendencia riadiť sa niektorými jednoduchými alternatívnymi stratégiami a jeho úspešnosť v teste kolísala. Túto tendenciu pokladáme za určitý stereotyp v reakcii na stres, ktorý súvisel s jeho submisívnym postavením v hierarchii. Z výsledkov nášho experimentu vyvodzujeme záver, že u jedného jedinca druhu makak rhesus sa vyskytuje kognitívna kapacita na posledné 6. štádium schopnosti stálosti objektu a jedinec je schopný pri úlohách s neviditeľným premiestnením využívať plne rozvinutú schopnosť stálosti objektu. U druhého jedinca sú výsledky nejednoznačné a nie sú dostatočne smerodajné na to, aby sme uňho potvrdili plne rozvinutú schopnosť stálosti objektu.

Naše výsledky významným spôsobom prispievajú k pretrvávajúcej diskusii o tom, či makaky dosahujú plne rozvinutú kognitívnu schopnosť stálosti objektu a ukazujú, že táto schopnosť nemusí byť limitovaná len na ľudoopy, gibony a niektoré druhy novosvetských opíc (malpa, kosmáč, tamarín), ale môže sa vyskytovať aj u skupiny starosvetských opíc. Náš záver je v súlade so závermi štúdií autorov Filion et al. (1996), Churchland et al. (2003) a Hall-Haro et al. (2009), ktorí tvrdia, že makaky dosahujú 6. štádium schopnosti stálosti objektu, a je v rozpore so závermi autorov Natale et al. (1986), Schino et al. (1990) a De Blois & Novak (1994), ktorí tvrdia, že hornou hranicou makakov je 5. štádium schopnosti stálosti objektu.

8 POUŽITÁ LITERATÚRA

- Aguiar, A. & Baillargeon, R., 2002. Developments in young infants' reasoning about occluded objects. *Cognitive psychology*, 45, pp.267–336.
- Albiach-Serrano, A., Call, J. & Barth, J., 2010. Great apes track hidden objects after changes in the objects' position and in subject's orientation. *American journal of primatology*, 72, pp.349–359.
- Anderson, M.R., 2012. Comprehension of object permanence and single transposition in gibbons. *Behaviour*, 149, pp.441–459.
- Baillargeon, R., Spelke, E.S. & Wasserman, S., 1985. Object permanence in five-month-old infants. *Cognition*, 20, pp.191–208.
- Baillargeon, R., 1986. Representing the existence and the location of hidden objects: object permanence in 6- and 8-month-old infants. *Cognition*, 23, pp.21–41.
- Baillargeon, R., 1987. Object permanence in 3½- and 4½-month-old infants. *Developmental Psychology*, 23, pp.655–664.
- Baillargeon, R. & Graber, M., 1987. Where's the rabbit? 5.5-month-old infants' representation of the height of a hidden object. *Cognitive Development*, 2, pp.375–392.
- Baillargeon, R. et al., 1990. Why do young infants fail to search for hidden objects? *Cognition*, 36, pp.255–284.
- Baillargeon, R. & DeVos, J., 1991. Object permanence in young infants: further evidence. *Child development*, 62, pp.1227–1246.
- Baillargeon, R., 2008. Innate Ideas Revisited. *Perspectives on Psychological Science*, 3, pp.2–11.
- Baird, A.A. et al., 2002. Frontal lobe activation during object permanence: data from near-infrared spectroscopy. *NeuroImage*, 16, pp.1120–1125.
- Baker, C.I. et al., 2001. Neuronal representation of disappearing and hidden objects in temporal cortex of the macaque. *Experimental brain research*, 140, pp.375–381.
- Balda, R.P. & Kamil, A.C., 1992. Long-term spatial memory in Clark's nutcrackers. *Animal Behaviour*, 44, pp.761–769.
- Balda, R.P. & Bednekoff, P.A., 1996. Social Caching and Observational Spatial Memory in Pinyon Jays. *Behaviour*, 133, pp.807–826.

- Barth, J. & Call, J., 2006. Tracking the displacement of objects: a series of tasks with great apes (Pan troglodytes, Pan paniscus, Gorilla gorilla, and Pongo pygmaeus) and young children (Homo sapiens). *Journal of experimental psychology. Animal behavior processes*, 32, pp.239–252.
- Bauer, G.B. & Johnson, C.M., 1994. Trained motor imitation by bottlenose dolphins (Tursiops truncatus). *Perceptual and motor skills*, 79, pp.1307–1315.
- Bednekoff, P.A. & Balda, R.P., 1996. Observational Spatial Memory in Clark's Nutcrackers and Mexican Jays. *Animal Behaviour*, 52, pp.833–839.
- Bell, M.A. & Fox, N.A., 1992. The relations between frontal brain electrical activity and cognitive development during infancy. *Child development*, 63, pp.1142–1163.
- Beran, M.J. & Minahan, M.F., 2000. Monitoring Spatial Transpositions by Bonobos (Pan paniscus) and Chimpanzees (P. troglodytes). *International Journal of Comparative Psychology*, 13, pp.1.
- Beran, M.J., Beran, M.M. & Menzel, C.R., 2005. Spatial memory and monitoring of hidden items through spatial displacements by chimpanzees (Pan troglodytes). *Journal of comparative psychology*, 119, pp.14–22.
- De Blois, S.T. & Novak, M.A., 1994. Object Permanence in Rhesus Monkeys (Macaca mulatta). *Journal of Comparative Psychology*, 108, pp.318–327.
- De Blois, S.T., Novak, M.A. & Bond, M., 1998. Object permanence in orangutans (Pongo pygmaeus) and squirrel monkeys (Saimiri sciureus). *Journal of Comparative Psychology*, 112, pp.137–152.
- Bogartz, R.S., Shinskey, J.L. & Speaker, C.J., 1997. Interpreting infant looking: the event set x event set design. *Developmental psychology*, 33, pp.408–422.
- Bogartz, R.S. & Shinskey, J.L., 1998. On perception of a partially occluded object in 6-month-olds. *Cognitive Development*, 13, pp.141–163.
- Bogartz, R.S., Shinskey, J.L. & Schilling, T.H., 2000. Object permanence in five-and-a half-month-old infants? *Infancy*, 1, pp.403–428.
- Bower, T.G.R., 1967. The development of object permanence: Some studies of existence constancy. *Perception and Psychophysics*, 2(9), pp.411–18
- Bugnyar, T., Stöwe, M. & Heinrich, B., 2007. The ontogeny of caching in ravens, Corvus corax. *Animal Behaviour*, 74, pp.757–767.

- Burbacher, T.M., Grant, K.S. & Mottet, K.N., 1986. Retarded Object Permanence Development in Methylmercury Exposed *Macaca fascicularis* Infants. *Developmental Psychology*, 22(6), pp.771–776.
- Call, J. & Tomasello, M., 1996. Stage 6 Object Permanence in Chimpanzees, Orangutans, and 18-month-old Human Children. *Infant Behavior & Development*, 1, pp.367.
- Call, J., 2001. Object permanence in orangutans (*Pongo pygmaeus*), chimpanzees (*Pan troglodytes*), and children (*Homo sapiens*). *Journal of comparative psychology*, 115, pp.159–171.
- Call, J., 2003. Spatial rotations and transpositions in orangutans (*Pongo pygmaeus*) and chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Primates; journal of primatology*, 44, pp.347–357.
- Charles, E.P. & Rivera, S.M., 2009. Object permanence and method of disappearance: looking measures further contradict reaching measures. *Developmental science*, 12, pp.991–1006.
- Churchland, M.M., Chou, I.-H. & Lisberger, S.G., 2003. Evidence for object permanence in the smooth-pursuit eye movements of monkeys. *Journal of neurophysiology*, 90, pp.2205–2218.
- Clayton, N.S. & Krebs, J.R., 1994. Memory for spatial and object-specific cues in food-storing and non-storing birds. *Journal of Comparative Physiology*, 174, pp.371–379.
- Clayton, N.S. & Dickinson, A., 1998. Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. *Nature*, 395, pp.272–274.
- Clayton, N.S., Emery, N.J. & Dickinson, A., 2006. The rationality of animal memory: Complex caching strategies of western scrub jays. In *Rational Animals*. pp. 197–216.
- Collier-Baker, E., Davis, J.M. & Suddendorf, T., 2004. Do dogs (*Canis familiaris*) understand invisible displacement? *Journal of comparative psychology*, 118, pp.421–433.
- Collier-Baker, E. et al., 2006. Do chimpanzees (*Pan troglodytes*) understand single invisible displacement? *Animal cognition*, 9, pp.55–61.
- Collier-Baker, E. & Suddendorf, T., 2006. Do chimpanzees (*Pan troglodytes*) and 2-year-old children (*Homo sapiens*) understand double invisible displacement? *Journal of comparative psychology*, 120, pp.89–97.
- Cunningham, C.L., Anderson, J.R. & Mootnick, A.R., 2006. Object manipulation to obtain a food reward in hoolock gibbons, *Bunopithecus hoolock*. *Animal Behaviour*, 71, pp.621–629.

- Dally, J.M., Emery, N.J. & Clayton, N.S., 2005. Cache protection strategies by western scrub-jays, *Aphelocoma californica*: Implications for social cognition. *Animal Behaviour*, 70, pp.1251–1263.
- Dally, J.M., Emery, N.J. & Clayton, N.S., 2006. Food-caching western scrub-jays keep track of who was watching when. *Science*, 312, pp.1662–1665.
- Deppe, A.M., Wright, P.C. & Szelistowski, W.A., 2009. Object permanence in lemurs. *Animal cognition*, 12, pp.381–388.
- Dettmer, A.M. et al., 2009. Hair cortisol predicts object permanence performance in infant rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Developmental psychobiology*, 51, pp.706–713.
- Diamond, A., 1990. The development and neural bases of memory functions as indexed by the AB and delayed response tasks in human infants and infant monkeys. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 608, pp.267–309.
- Doré, F.Y., 1986. Object permanence in adult cats (*Felis catus*). *Journal of Comparative Psychology*, 100, pp.340–347.
- Doré, F.Y. & Dumas, C., 1987. Psychology of animal cognition: Piagetian studies. *Psychological Bulletin*, 102, pp.219–233.
- Dumas, C. & Doré, F.Y., 1989. Cognitive development in kittens (*Felis catus*): A cross-sectional study of object permanence. *Journal of Comparative Psychology*, 103, pp.191–200.
- Dumas, C. & Doré, F.Y., 1991. Cognitive development in kittens (*Felis catus*): an observational study of object permanence and sensorimotor intelligence. *Journal of comparative psychology*, 105, pp.357–365.
- Dumas, C., 1992. Object permanence in cats (*Felis catus*): an ecological approach to the study of invisible displacements. *Journal of comparative psychology*, 106, pp.404–410.
- Dumas, C. & Brunet, C., 1994. Permanence de l'objet chez le singe capucin (*Cebus apella*): étude des déplacements invisibles. *Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 48, pp.341–357.
- Dumas, C. & Wilkie, D.M., 1995. Object permanence in ring doves (*Streptopelia risoria*). *Journal of Comparative Psychology*, 109, pp.142–150.
- Durand, K. & Lécuyer, R., 2002. Object permanence observed in 4-month-old infants with a 2D display. *Infant Behavior and Development*, 25, pp.269–278.
- Emery, N.J. & Clayton, N.S., 2004. The mentality of crows: convergent evolution of intelligence in corvids and apes. *Science*, 306, pp.1903–1907.

- Etienne, A.S., 1973. Searching behaviour towards a disappearing prey in the domestic chick as affected by preliminary experience. *Animal Behaviour*, 21, pp.749–761.
- Fedor, A. et al., 2008. Object permanence tests on gibbons (Hylobatidae). *Journal of comparative psychology*, 122, pp.403–417.
- Filion, C.M., Washburn, D.A. & Gulledge, J.P., 1996. Can monkeys (*Macaca mulatta*) represent invisible displacement? *Journal of Comparative Psychology*, 110, pp.386–395.
- Fiset, S. & LeBlanc, V., 2007. Invisible Displacement Understanding in Domestic Dogs (*Canis familiaris*): The Role of Visual Cues in Search Behavior. *Animal Cognition*, 10, pp.211–224.
- Fiset, S. & Plourde, V., 2013. Object permanence in domestic dogs (*Canis lupus familiaris*) and gray wolves (*Canis lupus*). *Journal of Comparative Psychology*, 127, pp.115–127.
- Funk, M.S., 1996. Development of object permanence in the New Zealand parakeet (*Cyanoramphus auriceps*). *Animal Learning & Behavior*, 24, pp.375–383.
- Gabel, A. et al., 2009. Cognitive Understanding of Object Permanence in Mandrills (*Mandrillus sphinx*). *The Open Biology Journal*, pp.137–140.
- Gagnon, S. & Doré, F.Y., 1992. Search behavior in various breeds of adult dogs (*Canis familiaris*): object permanence and olfactory cues. *Journal of comparative psychology*, 106, pp.58–68.
- Gagnon, S. & Doré, F.Y., 1993. Search behavior of dogs (*Canis familiaris*) in invisible displacement problems. *Animal Learning & Behavior*, 21, pp.246–254.
- Gagnon, S. & Doré, F.Y., 1994. Cross-sectional study of object permanence in domestic puppies (*Canis familiaris*). *Journal of comparative psychology*, 108, pp.220–232.
- Goulet, S., Doré, F.Y. & Rousseau, R., 1994. Object permanence and working memory in cats (*Felis catus*). *Journal of experimental psychology. Animal behavior processes*, 20, pp.347–365.
- Gruber, H.E., Girgus, J.S. & Banuazizi, A., 1971. The development of object permanence in the cat. *Developmental Psychology*, 4, pp.9–15.
- Ha, J.C., Kimpo, C.L. & Sackett, G.P., 1997. Multiple-spell, discrete-time survival analysis of developmental data: object concept in pigtailed macaques. *Developmental psychology*, 33, pp.1054–1059.
- Hall-Haro, C. et al., 2009. Development of objects concept in macaque monkeys. *Developmental Psychobiology*, 50, pp.278–287.

- Hauser, M.D., 2001. Searching for food in the wild: a nonhuman primate's expectations about invisible displacement. *Developmental Science*, 4, pp.84–93.
- Hauser, M.D. et al., 2001. What guides a search for food that has disappeared? Experiments on cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*). *Journal of comparative psychology*, 115, pp.140–151.
- Heinrich, B., Marzluff, J.M. & Adams, W., 1996. Fear and Food Recognition in Naive Common Ravens. *The Auk*, 112, pp.499–503.
- Heinrich, B. & Pepper, J., 1998. Influence of competitors on caching behaviour in the common raven, *Corvus corax*. *Animal behaviour*, 56, pp.1083–1090.
- Herman, L.M. et al., 2001. The bottlenosed dolphin's (*Tursiops truncatus*) understanding of gestures as symbolic representations of its body parts. *Animal Learning & Behavior*, 29, pp.250–264.
- Hoffmann, A., Rüttler, V. & Nieder, A., 2011. Ontogeny of object permanence and object tracking in the carrion crow, *Corvus corone*. *Animal Behaviour*, 82, pp.359–367.
- Hood, B.M. et al., 1999. Gravity Biases in a Non-Human Primate? *Developmental Science*, 2, pp.35–41.
- Jaakkola, K. et al., 2010. What do dolphins (*Tursiops truncatus*) understand about hidden objects? *Animal cognition*, 13, pp.103–120.
- De Kort, S.R. & Clayton, N.S., 2006. An evolutionary perspective on caching by corvids. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 273, pp.417–423.
- Krachun, C. & Plowright, C.M.S., 2007. When pigeons in motion lose sight of their food: behaviour on visible displacement tasks revisited. *Canadian Journal of Zoology*, 85(5), pp.644.
- Mallavarapu, S., 2009. *Object permanence in orangutans, gorillas and black-and-white ruffed lemurs*. Georgia Institute of Technology. pp.1-109.
- Mallavarapu, S. et al., 2013. Can black-and-white ruffed lemurs (*Varecia variegata*) solve object permanence tasks? *American Journal of Primatology*, 75, pp.376–86.
- Marino, L., 2002. Convergence of complex cognitive abilities in cetaceans and primates. *Brain, behavior and evolution*, 59, pp.21–32.
- Mathieu, M. et al., 1976. Piagetian object-permanence in *Cebus capucinus*, *Lagothrica flavicauda* and *Pan troglodytes*. *Animal Behaviour*, 24, pp.585–588.

- Mendes, N. & Huber, L., 2004. Object Permanence in Common Marmosets (*Callithrix jacchus*). *Journal of Comparative Psychology*, 118, pp.103–112.
- Munakata, Y. et al., 1997. Rethinking infant knowledge: toward an adaptive process account of successes and failures in object permanence tasks. *Psychological Review*, 104, pp.686–713.
- Natale, F. et al., 1986. Stage 6 object concept in nonhuman primate cognition: A comparison between gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) and Japanese macaque (*Macaca fuscata*). *Journal of Comparative Psychology*, 100, pp.335–339.
- Neiwirth, J.J. et al., 2003. A test of object permanence in a new-world monkey species, cotton top tamarins (*Saguinus oedipus*). *Animal cognition*, 6, pp.27–37.
- Pepperberg, I.M. & Kozak, F.A., 1986. Object permanence in the African Grey parrot (*Psittacus erithacus*). *Animal Learning & Behavior*, 14, pp.322–330.
- Pepperberg, I.M., 1987. Evidence for Conceptual Quantitative Abilities in the African Grey Parrot: Labeling of Cardinal Sets. *Ethology*, 75, pp.37–61.
- Pepperberg, I.M. & Funk, M.S., 1990. Object permanence in four species of psittacine birds: An African Grey parrot (*Psittacus erithacus*), an Illiger mini macaw (*Ara maracana*), a parakeet (*Melopsittacus undulatus*), and a cockatiel (*Nymphicus hollandicus*). *Animal Learning & Behavior*, 18(1), pp.97–108.
- Pepperberg, I.M., Willner, M.R. & Gravitz, L.B., 1997. Development of Piagetian object permanence in a grey parrot (*Psittacus erithacus*). *Journal of comparative psychology*, 111, pp.63–75.
- Pepperberg, I.M., 2002. The value of the Piagetian framework for comparative cognitive studies. *Animal cognition*, 5, pp.177–182.
- Pepperberg, I.M., 2006. Cognitive and communicative abilities of Grey parrots. *Applied Animal Behaviour Science*, 100, pp.77–86.
- Pepperberg, I.M., 2006. Grey parrot numerical competence: a review. *Animal cognition*, 9, pp.377–391.
- Perelman, P. et al., 2011. A Molecular Phylogeny of Living Primates. *PLoS Genetics*, 7(3), pp.1–17.
- Piaget, J., 1952. *The origins of intelligence in children*, New York: International Universities Press.
- Piaget, J., 1954. *The construction of reality in the child*, Abington: Routledge.
- Piaget, J., 1966. *Psychologie intelligence*, Praha: SPN.

- Piaget, J. & Inhelderová, B., 1997. *Psychologie dítěte*, Praha: Portál.
- Pollok, B., Prior, H. & Güntürkün, O., 2000. Development of object permanence in food-storing magpies (*Pica pica*). *Journal of comparative psychology*, 114, pp.148–157.
- Redshaw, M., 1978. Cognitive development in human and gorilla infants. *Journal of Human Evolution*, 7, pp.133–141.
- Regolin, L., Vallortigara, G. & Zanforlin, M., 1995a. Detour Behaviour in the Domestic Chick: Searching for a Disappearing Prey or a Disappearing Social Partner. *Animal Behaviour*, 50, pp.203–211.
- Regolin, L., Vallortigara, G. & Zanforlin, M., 1995b. Object and spatial representations in detour problems by chicks. *Anim. Behav.*, 49, pp.195–199.
- Reiss, D. & Marino, L., 2001. Mirror self-recognition in the bottlenose dolphin: a case of cognitive convergence. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, pp.5937–5942.
- Rivera, S.M., Wakeley, A. & Langer, J., 1999. The drawbridge phenomenon: representational reasoning or perceptual preference? *Developmental psychology*, 35, pp.427–435.
- Ruffman, T., Slade, L. & Redman, J., 2005. Young infants' expectations about hidden objects. *Cognition*, 97, pp.35–43.
- Salwiczek, L.H. et al., 2009. The development of caching and object permanence in Western scrub-jays (*Aphelocoma californica*): which emerges first? *Journal of comparative psychology*, 123, pp.295–303.
- Schino, G., Spinozzi, G. & Berlinguer, L., 1990. Object Concept and Mental Representation in *Cebus apella* and *Macaca fascicularis*. *Primates*, 31, pp.537–544.
- Shinskey, J.L. & Munakata, Y., 2003. Are infants in the dark about hidden objects? *Developmental Sciences*, 6(3), pp.273–282.
- Southgate, V. & Gomez, J.C., 2006. Searching beneath the shelf in macaque monkeys: evidence for a gravity bias or a foraging bias? *Journal of comparative psychology*, 120, pp.314–321.
- Thinus-Blanc, C. & Scardigli, P., 1981. Object Permanence in the Golden Hamster. *Perceptual and motor skills*, 53, pp.10.
- Triana, E. & Pasnak, R., 1981. Object permanence in cats and dogs. *Animal Learning & Behavior*, 9, pp.135–139.
- Ujfalussy, D.J., Miklósi, Á. & Bugnyar, T., 2013. Ontogeny of object permanence in a non-storing corvid species, the jackdaw (*Corvus monedula*). *Animal cognition*, 16, pp.405–16.

- Užgiris, I.Č. & Hunt, J.M., 1975. *Assessment in infancy: Ordinal scales of psychological development*, Urbana: University of Illinois Press.
- Vallortigara, G. et al., 1998. Delayed search for a concealed imprinted object in the domestic chick. *Animal Cognition*, 1, pp.17–24.
- Vaughter, R.M., Smotherman, W. & Ord, J.M., 1972. Development of object permanence in the infant squirrel monkey. *Developmental Psychology*, 7, pp.34–38.
- Wang, S.-H., Baillargeon, R. & Brueckner, L., 2004. Young infants' reasoning about hidden objects: evidence from violation-of-expectation tasks with test trials only. *Cognition*, 93, pp.167-198.
- Wise, K.L., Wise, L.A. & Zimmermann, R.R., 1974. Piagetian object permanence in the infant rhesus monkey. *Developmental Psychology*, 10, pp.429–437.
- Wood, S. et al., 1980. Object permanence in child and chimpanzee. *Animal Learning & Behavior*, 8, pp.3–9.
- Zucca, P., Milos, N. & Vallortigara, G., 2007. Piagetian object permanence and its development in Eurasian jays (*Garrulus glandarius*). *Animal cognition*, 10, pp.243–258.

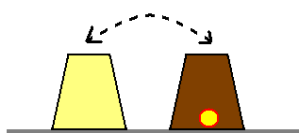
9 PRÍLOHY

9.1 *Príloha č. 1* – Schematické zobrazenie vybraných fáz testovania schopnosti stálosti objektu.

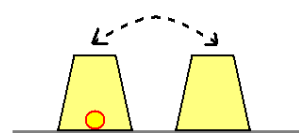
Dve misky – Stabilné



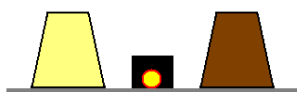
Dve misky – Pohyb



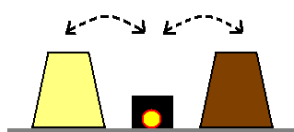
Dve rovnaké misky – Pohyb



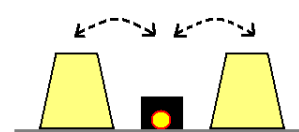
Tri misky – Stabilné



Tri misky – Pohyb



Tri rovnaké misky – Pohyb



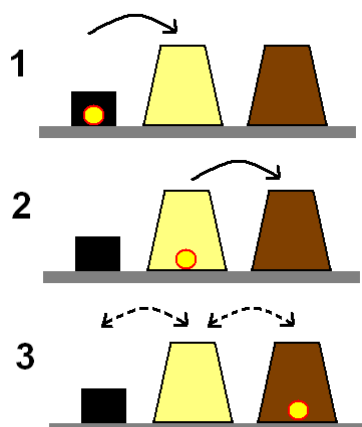
Veľké misky



Otvorené misky

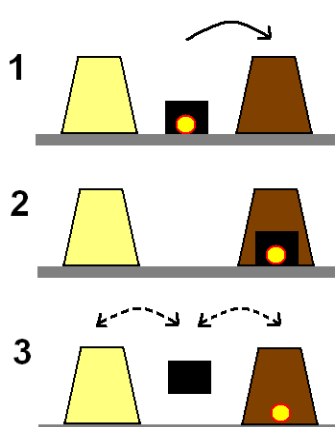


Postupná viditeľná úloha

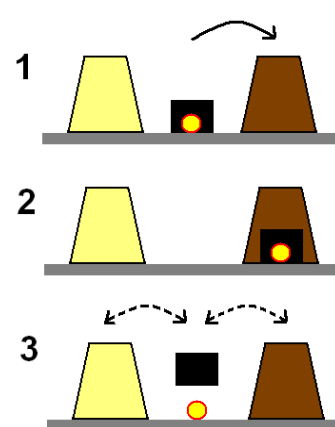


Jednoduché neviditeľné premiestnenie I.

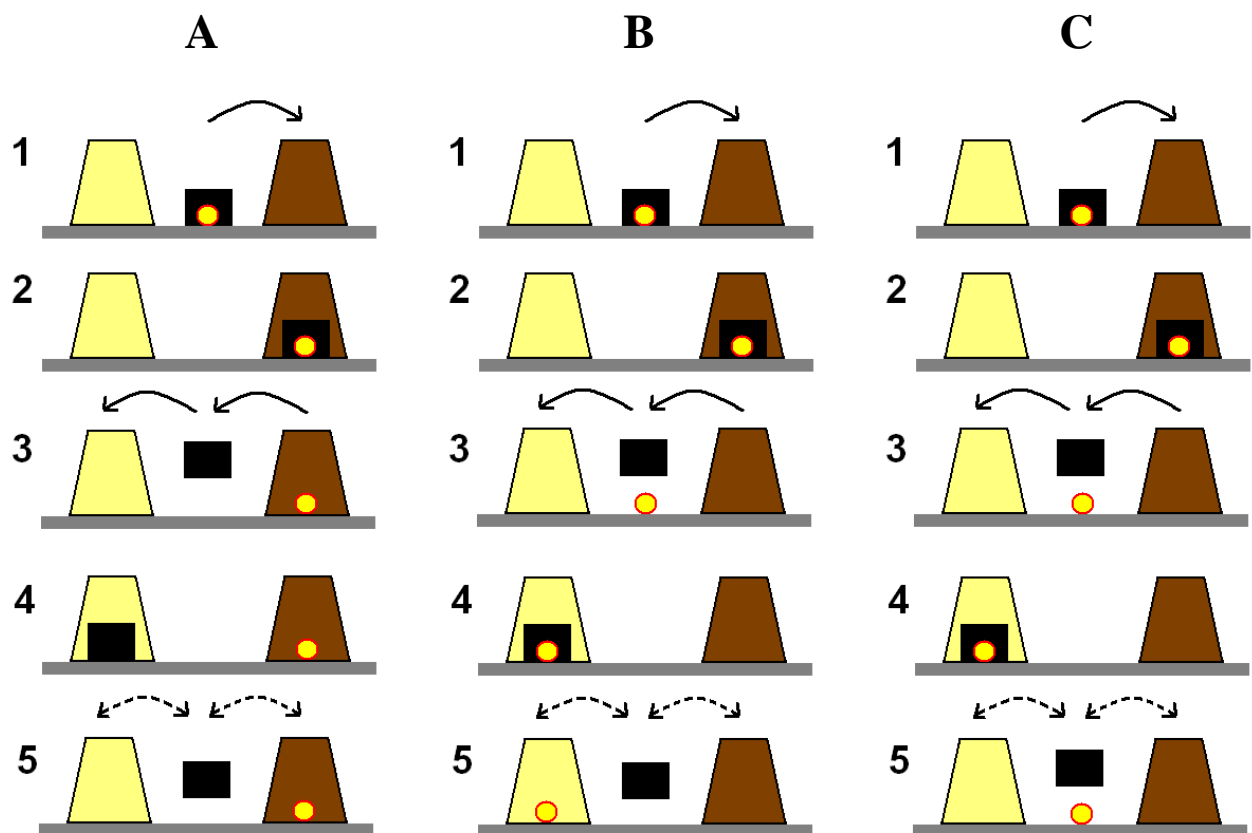
A



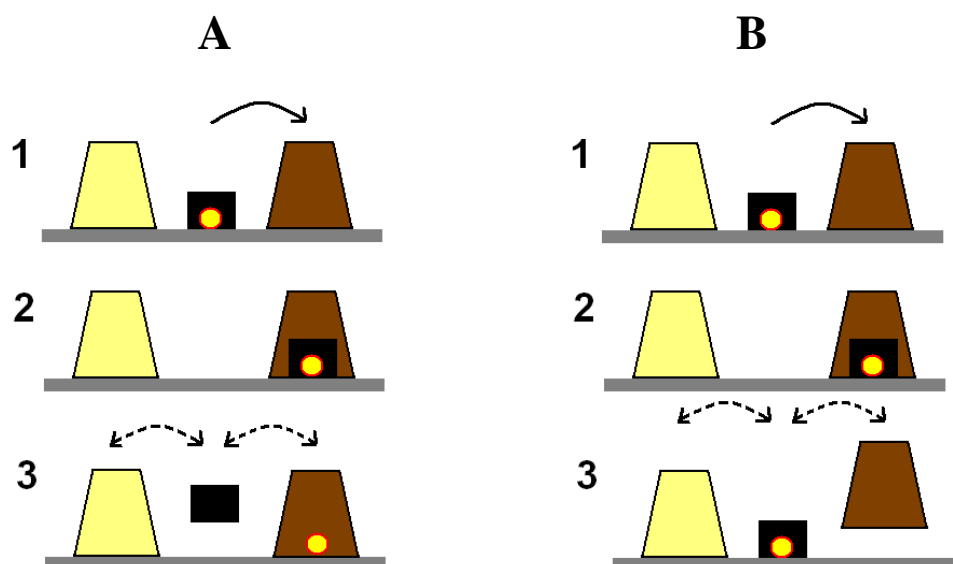
B



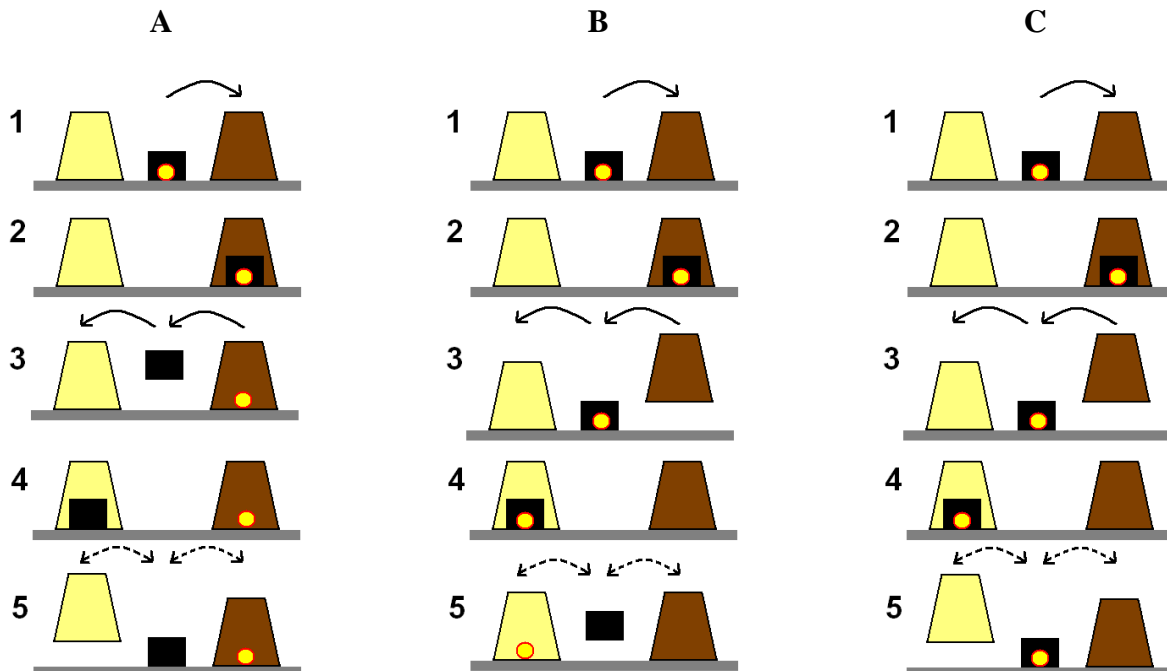
Postupné neviditeľné premiestnenie I.



Jednoduché neviditeľné premiestnenie II.

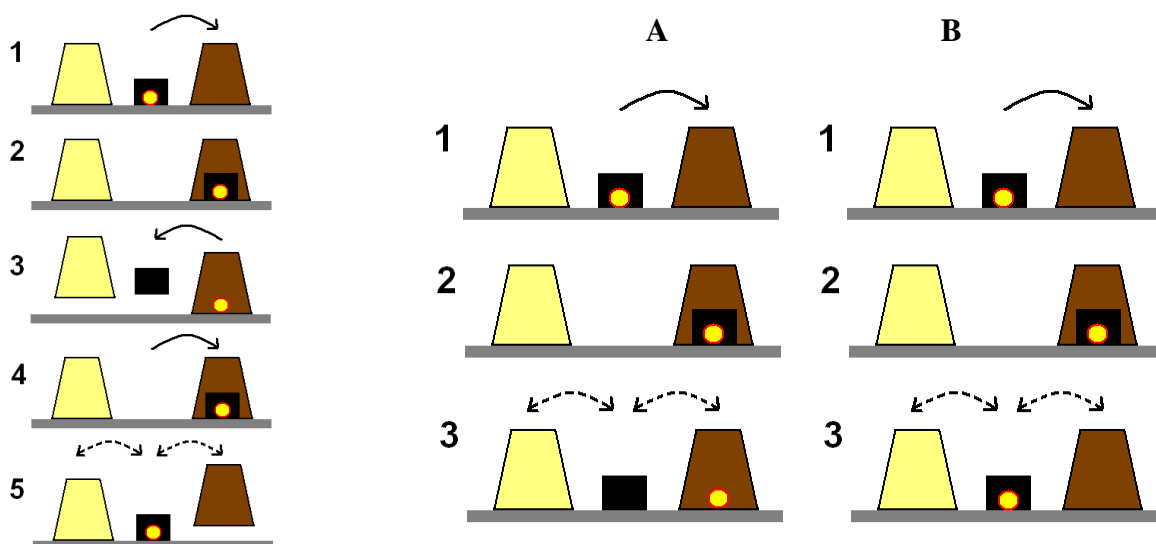


Postupné neviditeľné premiestnenie II.



Postupné neviditeľné
premiestnenie II. –
Rovnaká miska

Jednoduché neviditeľné premiestnenie II. –
Nezdvihnutá miska



Príloha č.1: Schematické zobrazenie vybraných fáz testovania schopnosti stálosti objektu. V jednotlivých sedeniach boli použité misky, do ktorých bola ukrývaná malá odmena znázornená žltou guľôčkou. Šípky s plnou čiarou znázorňujú pohyb misiek počas manipulácie experimentátorom a prerušované šípky znázorňujú vzájomné premiešanie misiek pred umožnením subjektu vykonať svoju voľbu.